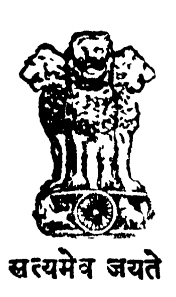

सत्यमेव जयते

ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

ZUGLEICH ORGAN DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

HERAUSGEGEBEN VON

K. ESCHERICH

Dr. med. et phil., Dr. Dr. h. c., o. ö. Professor em. an der Universität München

DREISSIGSTER BAND

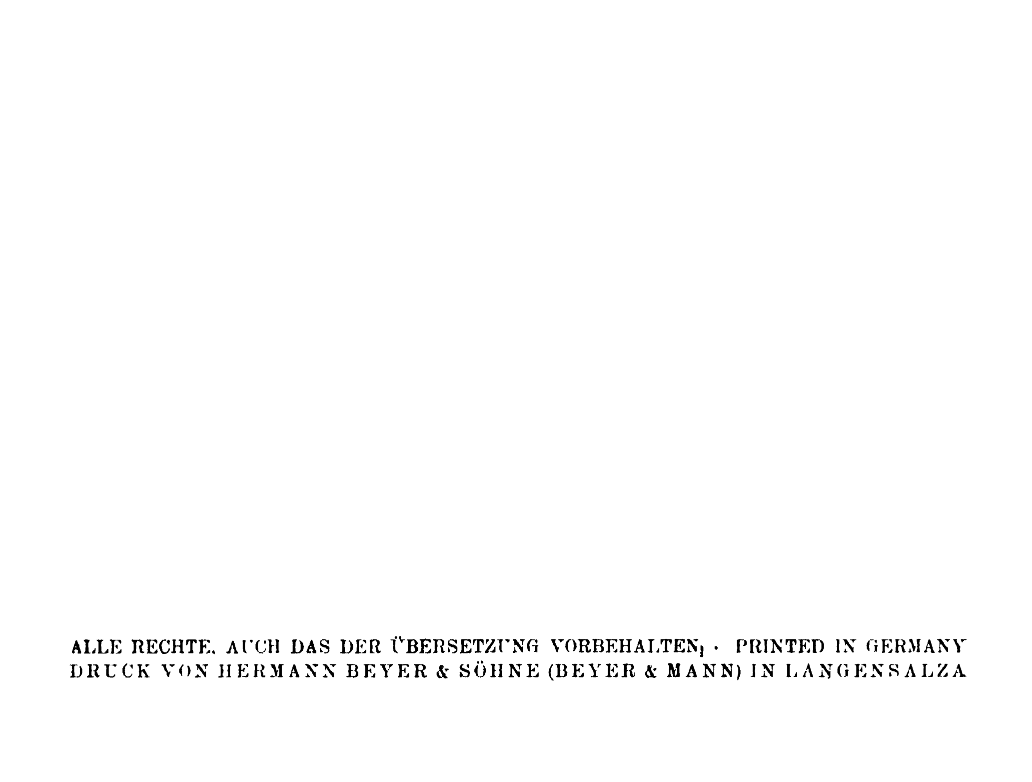


MIT 201 ABBILDUNGEN

BERLIN

VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY

1944



DRUCK VON HERMANN BEYER & SÖHNE (BEYER & MANN) IN LANGENSALZA

Inhaltsverzeichnis zum Dreißigsten Band

I. Originalaufsätze

II. Verschiedenes

III. Personalia

VI. Referate

Originalaufsätze

Aus der Abteilung für tierische und pflanzliche Parasiten der Kulturpflanzen, im Institut für Chemie und Landwirtschaft „Nikolaos Kanellopulos" Piräus-Drapetsona

Zur Biologie und Bekämpfung des orangeroten Melonenkäfers Aulacophora abdominalis Gerst. (Col. Chrysomel.) in Griechenland

Von

JANNIS G. PAVLAKOS

Mit 32 Abbildungen

Inhalt

Vorwort

Die Veranlassung, mich eingehend mit der Biologie und Bekämpfung des Melonenschädlings *Aulacophora abdominalis* zu befassen, war meine Beobachtung, daß diese Chrysomelidenart seit langer Zeit ein Dauerschädling in den meisten Zuckermelonenanbaugebieten Griechenlands geworden ist.

Der Schaden, den die Imagines im Frühjahr durch das Blattfressen an den jungen Zuckermelonenpflanzen anrichten, welche dadurch in ihrem Wachstum sehr zurückbleiben oder gar eingehen, ist sehr beträchtlich, und noch beträchtlicher ist der Schaden, den die Larven des Käfers an den angewachsenen, schon fruchttragenden Pflanzen im Sommer ungefähr um die Zeit der Fruchtreife durch ihr An- und Einfressen in die Wurzeln und unterirdischen Stengelteile der Pflanzen anrichten. Diese letzte Schadenart kann unter den für die Vermehrung des Schädlings zusagenden Boden- und Witterungsverhältnissen, auf die wir weiter unten in den entsprechenden Abschnitten ausführlich eingehen werden, so groß sein, daß ganze Zuckermelonenkulturen in sehr kurzer Zeit dem Schädlinge zum Opfer fallen. Solche Fälle sind in Griechenland gar nicht selten.

Ein noch nennenswerterer Grund war auch die Feststellung, daß über die Biologie und Bekämpfung des Schädlings trotz seiner Wichtigkeit, die er durch seine beträchtlichen auf viele Millionen Drachmen geschätzten, immer größer und größer werdenden Schäden, die er in den Melonenkulturen Griechenlands jährlich anrichtet, erlangte, nichts Sicheres vorlag, während die von den verschiedenen Praktikern und Spezialisten als erfolgreiche zu seiner Bekämpfung empfohlenen und weiter von den Landwirten in der Praxis angewandten Bekämpfungsmittel erfolglos blieben.

So lagen die Verhältnisse, als ich mit dem Studium des Schädlings begann, um auf Grund von Feld- und Laboratoriumsversuchen nach Möglichkeit seine Biologie für die Boden-, Klima- und Anbauverhältnisse Griechenlands zu studieren und eine erfolgreiche, billige und praktisch anwendbare Bekämpfungsmethode des Schädlings auszuarbeiten. Zu diesem Zweck habe ich im Frühjahr 1937 in Aghios Wassilios zu Korinthia ein Feldlaboratorium eingerichtet. Dieses Feldlaboratorium habe ich im Frühjahr nächsten Jahres 1938 nach Passa zu Argos überführt, da der Schädling in den Melonenkulturen der Ebene von Argolis viel regelmäßiger auftritt als in der Ebene von Aghios Wassilios, da der Zuckermelonenanbau in dieser letztgenannten Ebene noch nicht lange eingeführt ist und infolgedessen der Schädling sich dort noch nicht ständig eingebürgert hat. Jedes Jahr habe ich nur während des Frühjahres und Sommers, das heißt 6 Monate lang, im Freien arbeiten können.

Vorliegende Abhandlung ist als Niederschlag dieser 2jährigen (1937 und 1938) Arbeiten über den orangeroten Melonenkäfer aufzufassen, obschon ich auch das Jahr 1939 in Anspruch nahm. Die Arbeit dieses letzten Jahres habe ich aber hauptsächlich dazu benutzt, meine, auf Grund der während der zwei genannten Jahre erhaltenen Anhaltspunkte und die im Laboratorium ausgearbeitete und im Freien in kleinem Maßstab versuchsweise angewandte Bekämpfungsmethode, auf die ich weiter unten im Abschnitt „Bekämpfung" eingehen werde, im Freien und in größerem Maßstab weiter anzuwenden, um diese auf die Möglichkeit ihrer praktischen Anwendbarkeit sowie auf ihren Erfolg leichter und sicherer kontrollieren zu können.

I. Einleitung

Der Zuckermelonenanbau in Griechenland ist sehr alt, jedoch über seine Einführung ist bei uns nichts bekannt. Heute wird die Zuckermelone fast im ganzen Lande nur als Sommerkultur angebaut und liefert dem Volke neben der Wassermelone eine frische, saftige und aromatische, geschmackvolle Frucht, die nahrhaft und sehr gesund ist. „. . . Denn die kleine, gelbliche, oft köstlich-zarte Zuckermelone (*πεπόνι*) bietet als Nachtisch schöne Erfrischung": Schulze (1937). Ihre Vegetationsperiode dauert 5 Monate. Die in den letzten Jahren in Griechenland mit Zuckermelonen bebaute Bodenfläche wird ungefähr auf 120000 Stremma (12000 ha)

berechnet und der Fruchtertrag schwankt zwischen 1500—4500 kg je Stremma ($^1/_{10}$ ha).

Die Hauptanbaugebiete sind die Ebenen von Thessalien, Mazedonien und Thrazien. Dort werden sie hauptsächlich in Fluß- und Seeniederungen angebaut, und zwar allgemein auf tiefgründigen, fruchtbaren Böden mit guten Wasserverhältnissen, die während des Winters von Regen- und Fluß- oder Seewasser überflutet sind, jedoch nicht künstlich bewässert werden. Dasselbe gilt größtenteils auch für Zentral- und West-Griechenland (Epirus). Dagegen werden die Zuckermelonen im Peloponnes und auf den Inseln hauptsächlich auf leichten bis mittleren, dazu geeignet bewässerten Böden angebaut (Abb. 1).

Alle die über 20 in ganz Griechenland angebauten Melonensorten und -varietäten gehören der Art *Cucumis Melo* an. Abb. 2 (A—G) zeigt einige der wichtigsten in Griechenland angebauten Melonensorten. Viele von den in Griechenland jetzt kultivierten Melonensorten tragen türkische Namen, was ihre türkische Herkunft bedeutet.

Die Zuckermelonen haben in Griechenland auch ihre Feinde, die unter den pflanzlichen und tierischen Parasiten anzutreffen sind. Von der ersten Gruppe kommen in Betracht der echte und falsche Mehltau der Art *Erysiphe spp.* und *Pseudoperonospora cubensis.* Außer diesen zwei pilzlichen Krankheiten ist in den letzten Jahren in den Zuckermelonenkulturen Griechenlands noch eine neue Pilzkrankheit aufgetreten, die Welkenkrankheit, die durch den Pilz *Fusarium niveum* Sm. hervorgerufen

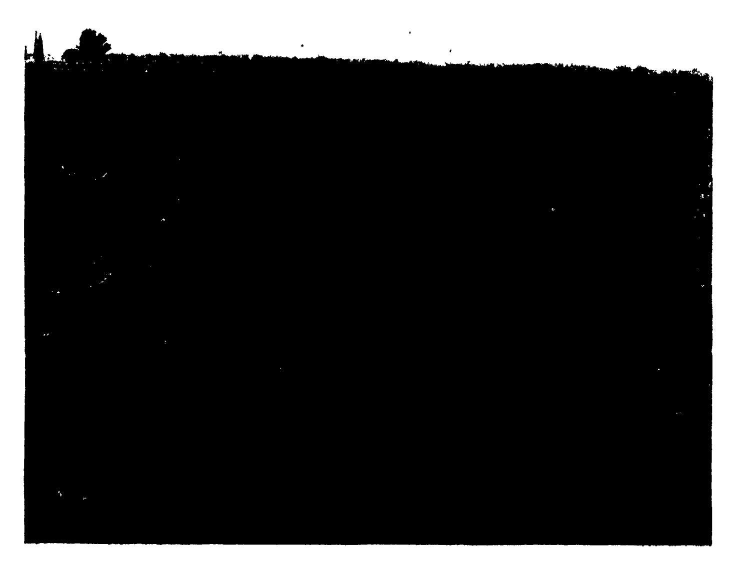


Abb. 1. Zuckermelonenfeld in Argos

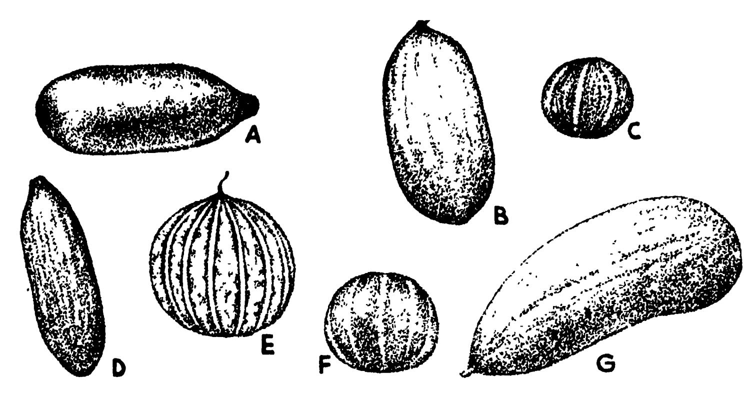


Abb. 2. Verschiedene Melonensorten: A — Moskato, B — Lutifi, C — Ananas, D — Maltesiko, E — Kirkagaz, F — Kantalu proimo, G — Bakiri

wird. Diese Krankheit, die in Griechenland zum erstenmal von Sarejgiannis (1939) nachgewiesen und auch studiert worden ist, habe ich bis jetzt hauptsächlich in den Melonenkulturen der Ebenen von Nauplia, Argolis und Korinthia getroffen.

Von der zweiten Gruppe, den tierischen Parasiten, kommen folgende Insektenarten als Zuckermelonenschädlinge in Betracht: a) die Saateule *Agrotis segetum* Schiff.; b) die Blattlaus *Aphis papaveris* Fb., die in allen Gebieten vorkommt; sie richtet im Frühjahr und Sommer bei heißem und trockenem Wetter sehr große Schäden an, wenn von den Landwirten keine Vorbeugungs- und Bekämpfungsmaßnahmen getroffen werden; c) der Melonenkäfer (Curcubit ladybird, Le coccinell du Melon), *Epilachna chrysomelina* F. und der orangerote Melonenkäfer (Pampkin beetle, la Galeruque du Melon) *Aulacophora abdominalis* Gerst. (oder *Raphidopalpa foveicollis* Luc.). Dieser letztgenannte Schädling ist als der ärgste Feind der Zuckermelonenkulturen Griechenlands anzusehen.

Der orangerote Melonenkäfer ist trotz seiner großen Schädlichkeit für die Zuckermelonen noch nicht genug studiert worden. Das dürfte nicht nur für Griechenland gelten, sondern auch für die meisten Kulturländer der Welt, in denen der Käfer als Melonenschädling auftritt. So machen z. B. Balachowsky und Mensil (1936/37) folgende Angabe: „Malgré l'importance économique indéniable de cet insecte, sa biologie est restée inconnue jusqu'à ces dernières années.“ Diese Verfasser erwähnen weiter in ihrem Buch, daß Siyazow (1928) ganz summarisch über den Melonenkäfer berichtet.

Aus meiner Korrespondenz, die ich darüber in den Jahren 1937 und 1938 mit verschiedenen wissenschaftlichen Anstalten führte, konnte ich entnehmen, daß es über den Schädling keine umfangreiche Literatur gibt und daß er in den vorhandenen Arbeiten mehr systematisch behandelt und beschrieben worden ist, während über seine Biologie sehr wenig und noch viel weniger über seine Bekämpfung gearbeitet und mitgeteilt worden

ist. Die einzige ausführliche Arbeit, die ich mir verschaffen konnte, war die von HUSAIN und SHAH (1926), welche den Käfer als Melonenschädling im Punjab (Nordindien) behandelt. In Griechenland machte die ersten Angaben über den Schädling ANAGNOSTOPULOS (1931). Später veröffentlichte auch PAVLAKOS (1935) über die Lebensgewohnheiten und Bekämpfung des Käfers auf Grund seiner im Jahre 1933 in der Ebene von Argos durchgeführten Feldbeobachtungen und Bekämpfungsversuche. Von ihm wurden Arsenmittel Kalzium- und Bleiarsenat als Magengifte bzw. Nikotinlösungen und -bestäubungen in Form von Nikotinsulfat als Berührungsgifte gegen die Imago ausprobiert. Die Schlußfolgerung aus den Ergebnissen dieser Bekämpfungsversuche war, daß die Bekämpfung durch die Arsen- und Berührungsgifte aus verschiedenen Gründen, auf die ich weiter im Abschnitt der Bekämpfung ausführlich eingehen werde, entgegen einer oft geäußerten Ansicht, nicht imstande ist, den Schädling in Schach zu halten. Demnach war das Problem der Bekämpfung des orangeroten Melonenkäfers für mich noch ungelöst, als ich mit der vorliegenden Arbeit begann.

II. Nährpflanzen

Nach den Literaturangaben kommen als Nährpflanzen für *Aulacophora abdominalis* verschiedene Arten der Cucurbitaceen in Betracht: *Cucumis melo*, *C. sativus*, *Citrulus vulgaris*, *Lagenaria vulgaris*, *Cucurbita maxima* und *Luffa aegyptiaca*. Neben diesen Hauptnährpflanzen wird von verschiedenen Autoren noch eine zweite Reihe von Pflanzenarten angegeben, die dem Käfer zur Nahrung dienen und auf welchen er mehr oder weniger schädigend auftritt. Nach FR. COTES (1889—1891), zerstört *A. abdominalis* in verschiedenen Teilen Indiens außer allen Arten von Cucurbitaceen und Baumwolle *(Gossypium herbaceum) Trapa bispinosa*, Erbse *(Cicer arientium)* und Reis *(Oryza sativa)*. Nach BODENHEIMER (1926) frißt der Käfer in Palästina nicht nur alle Arten Cucurbitaceen, sondern auch Luzerne, Erbsen, Lubix, jungen Mais und Kohl. Endlich geben HUSAIN und SHAH (1926) eine dritte Reihe von Pflanzenarten an, auf welchen die Käfer aufgetreten sind und beobachtet wurden, ohne auf ihnen irgendwelchen Schaden anzurichten: Mais, Erbsen, Kohl, Eggplant, Amaranthus, Jute, Süßkartoffeln, Runkelrüben, Maulbeeren, Mango, Citrus, Guava, Luzerne, Schaftel, *Cana indica* und verschiedene Unkräuter und Gräser. Ferner geben die erwähnten Autoren folgende vollständige Liste von Kultur- und wildwachsenden Pflanzen an, mit welchen sie Fütterungsuntersuchungen durchführten:

Coniferae	*Pinus longifolia*
Cannaceae	*Canna indica*
Cyperaceae	*Cyperus tuberosus*
Graminae	*Triticum sativum*, *Hordeum vulgare*, *Avena sativa*, *Oryza sativa*, *Saccharum officinarum*, *Cynodon dactylon*, *Sorghum halepense*

Palmaceae	*Phoenix dactylifera*
Leguminosae	*Lens esculente*, *Cicer arietinum*, *Lathyrus sativus*, *Trigonella faenumgraecum*, *Medicago sativa*, *Trifolium resupinatum*, *Trifolium alexandrinum*, *Melilotus parviflora*, *Medicago denticulata*, *Lathyrus odoratus*, *Pisum sativum*, *Dalbergia sissoo*, *Acacia arabica*, *Acacio modesta*, *Albizzia labbeck*.
Cruciferae	*Brassica campestris var. sarson*, *Brassica var. Toria*, *Eruca sativa*, *Cheiranthus cheiri*, *Iberis sp.*, *Brassica oleracea var. botrytis*, *Brassica oleracea*, *Brassica oleracea caulo-rapa*, *Brassica rapa*, *Raphanus sativus*, *Daucus carota*
Malvaceae	*Gossypium sp.*, *Hibiscus esculentus*, *Hibiscus Rosa-sinensis*, *Athea rosea*, *Malva parviflora*
Chenopodiaceae	*Chenopodium album*, *Chenopodium murale*, *Beta vulgaris var. orientalis*
Amarantaceae	*Digera arvensis*
Solanaceae	*Solanum tuberosum*, *Lycopersicum esculentum*, *Solanum melongena*, *Solanum nigrum*, *Capsicum frutescens*
Rosaceae	*Rosa indica*, *Eriobotrya japonica*, *Pyrus communis*, *Pyrus malus*
Urticaceae	*Ficus religiosa*, *Ficus indica*, *Ficus carica*
Rutaceae	*Citrus aurantium var. Malta*, *Citrus limonum*, *Citrus aurantium*
Myrtaceae	*Eugenia jamblona*, *Psidium guava*, *Punica granatum*
Convolvulaceae	*Convolvulus arvensis*, *Convolvulus sp.*
Vitaceae	*Ampelopsis hederacea*, *Vitis vinifera*
Apocynaceae	*Nerium oleander*
Moraceae	*Morus alba*
Anacardiaceae	*Mangifera indica*
Cucurbitaceae	*Momordica charantia*
Asclepidaceae	*Calotropis procera*
Rhamnaceae	*Zizyphus jujuba*
Tiliaceae	*Grewia asiatica*
Boraginaceae	*Cordia myxa*, *Helionopium supinum*
Euphorbiaceae	*Ricinus communis*
Compositae	*Lactuca sativa*

Die Käfer haben keine der in der Liste angeführten Pflanzen, die ihnen bei den Fütterungsuntersuchungen dargereicht wurden, angerührt mit Ausnahme der Pflanzenarten: *Lathyrus odoratus*, *Pisum sativum*,

Medicago sativa, *Trifolium resupinatum*, *Oryza sativa* und *Zea mais*. Die gefütterten Käfer haben die genannten Pflanzenarten einige Tage nach dem Ansetzen des Versuchs angenagt. Bei Fortsetzung der Fütterung aber konnten die Käfer nicht lange am Leben erhalten werden, sondern sind wie die Vergleichstiere an Hunger gestorben.

Die Erscheinung, daß der Käfer während seiner ganzen Flugperiode auf verschiedenen Kulturpflanzen sowie auf verschiedenen Unkräutern und Gräsern auftritt, ohne ihnen irgendwie zu schaden, haben wir auch sehr oft beobachtet. Sie ist durch die Wanderlust der frischen Käfer im Herbst bei Verlassen ihrer Mutterfelder (siehe Abschnitt V, Kapitel 4, Standort und Wanderung, S. 32) zu erklären, sowie durch das Übergehen der alten überwinterten Käfer im Frühjahr nach Verlassen ihrer Winterquartiere auf verschiedene Kultur- und wildwachsenden Pflanzen (siehe Abschnitt V, Kapitel 2, Erstes Auftreten der Käfer im Frühjahr, S. 28).

Bei unseren Fütterungsuntersuchungen, die parallel zu den unmittelbaren Beobachtungen im Freien über die Nährpflanzen der Käfer durchgeführt wurden, haben wir auch alle Pflanzenarten untersucht, die in der Ebene von Argos und Aghios Wassilios kultiviert werden oder wild wachsen. Diese stehen unter den Pflanzenarten der oben angeführten Liste und brauchen daher nicht besonders genannt zu werden mit Ausnahme zweier Arten *Heliotropium spp.* und *Verbascum spp.* Sie wachsen auf Feldern unter den Zuckermelonenpflanzen und erscheinen im Frühjahr viel früher als diese. Sie werden von den Käfern im Frühjahr, bevor die Melonenpflanzen aufgegangen sind, gern besucht und angenagt. Dagegen werden sie später im Sommer, wenn die Käfer auf die schon voll aufgegangenen Zuckermelonenpflanzen übergehen, verlassen. Käfer, die in Gefangenschaft längerer Zeit mit diesen Pflanzen gefüttert wurden, sind bald an Hunger gestorben.

Bezüglich der Cucurbitaceenarten haben unsere Feld- und Laboratoriumsuntersuchungen gezeigt, daß die Käfer von *A. abdominalis* nicht alle Arten gleich gern fressen und daß es unter ihnen auch Arten gibt, die von den Käfern ganz verschmäht werden. Bei unseren Auswahlversuchen fraßen die Käfer am liebsten die Zuckermelonenblätter *(Cucumis melo)* und dann folgten der Reihe nach die Blätter der in Griechenland angebauten Kürbisarten und zuletzt die Gurkenblätter. Im Freien haben wir auch eine auffallende Bevorzugung der Zuckermelonenblätter feststellen können. Dagegen war der Unterschied zwischen Kürbis und Gurkenblättern nicht sehr groß. Beide wurden hauptsächlich von den frisch ausgeschlüpften Käfern gefressen, dagegen wurden sie im Frühjahr und Sommer von den alten, überwinterten Käfern so gut wie gar nicht besucht (siehe S. 32).

In der Gefangenschaft fraßen die Käfer noch eine andere Pflanzenart der Familie der Cucurbitaceen, *Aequator elaterium*, die in Griechenland fast überall im Freien wild vorkommt und in der Natur von den Käfern gar nicht angerührt wird. Weiter werden, wie im Freiland beobachtet

und durch Fütterungsversuche bestätigt wurde, folgende Cucurbitaceenarten gar nicht gefressen: *Lagernaria vulgaris* (Wasserkürbis) und *Citrulus vulgaris* Wassermelone).

Es ist ferner auffallend, daß keine der vorhandenen Angaben über einen Fraß der Käfer an verschiedenen Früchten spricht. Unseren Beobachtungen und Zimmerfütterungsversuchen nach nähern sich aber die Käfer nicht nur von den Blättern der Pflanzen, die sie befallen, sondern auch von ihren Früchten sowie sogar von Früchten solcher Pflanzensorten, deren Blätter und sonstige Grünteile von den Käfern gar nicht als Nahrung angenommen werden. Wir haben die Käfer im Freien sehr oft an Tomaten, Zuckermelonen- und Wassermelonenfrüchten, sowie auch an Trauben und Birnen fressend angetroffen. Außer diesen Fruchtarten wurden bei Fütterungsversuchen noch süße Orangen und Mandarinen, Maiskörner im Milchzustande, Zuckerrüben und Äpfel untersucht. Dabei hat es sich gezeigt, daß die Käfer diese Fruchtarten gern fraßen und sich von ihrem Saft oder auch sogar von ihrem Fleisch ernähren konnten. Das Auftreten der Käfer an süßen Früchten hat für Griechenland keine wirtschaftliche Bedeutung, spricht dagegen dafür, daß *A. abdominalis* ein süßstoffliebendes Insekt ist, wie alle Galerucineenarten. Dafür spricht auch noch eine Beobachtung, nach welcher die Käfer sehr oft während ihrer ganzen Flugperiode auf von Blattläusen befallenen Pflanzen (z. B. Pfirsichbäumen) auftraten und in der Nähe der Blattläuse ruhig saßen und ihre Ausscheidungen auffraßen. Wir sahen weiter die Käfer im Frühjahr die Blüten verschiedener wildwachsender Pflanzen besuchen und Nektar fressen. Nach diesen unseren Freilandsbeobachtungen haben wir mit Erfolg versucht, Käfer in der Gefangenschaft mit Zuckerwasser zu füttern. Das Zuckerwasser wurde den Käfern in einem Wattebausch aufgesogen dargeboten. Auf diese Weise haben wir die Käfer unserer Zuchten im späten Herbst und nach dem Eingehen der Zuckermelonenpflanzen sowie auch über den Winter füttern und am Leben erhalten können. Um diese Eigenschaft des Käfers praktisch nutzbar zu machen, haben wir später bei den Bekämpfungsversuchen Zucker zur Herstellung von Giftköder benutzt (siehe S. 73).

Aus allem, was oben über die Nährpflanzen der Käfer gesagt wurde, ist zu ersehen, daß die verschiedenen Angaben darüber mit meinen Beobachtungen und Fütterungsversuchen nicht ganz übereinstimmen, selbst im Falle der Cucurbitaceenarten, die als Hauptnährpflanzen anzusehen sind und über die von allen Autoren angegeben wird, daß alle ihre Arten ausnahmslos von den Käfern gefressen werden. Diese Behauptungen widersprechen den Ergebnissen meiner Freilandsbeobachtungen und Fütterungsversuche, bei welchen einwandfrei gezeigt wurde, daß die Blätter der Wassermelone *Cytrulus vulgaris* und der Wasserkürbis *Lagenaria vulgaris* von den Käfern gar nicht gefressen werden, weder im Freien noch in der Gefangenschaft.

Die verschiedenen abweichenden Angaben dürften unserer Meinung nach dadurch zu erklären sein, daß mit dem Standort auch die Futterpflanzen des Käfers wechseln.

III. Geographische Verbreitung

Aulacophora abdominalis stammt aller Wahrscheinlichkeit nach und wie aus der Literatur hervorgeht, aus Südasien, und zwar aus Nordindien, wo auch die Heimat der Melonen ist. HUSAIN und SHAH (1926) erwähnen darüber folgendes: „. . . while *Diabrotica spp.* (particularly *D. vittata* Fab.) are pests of cultivated cucurbitaceae in America and some other parts of the New World, HITTENDEN (1919), *Aulacophora spp.* devastate the plants of this natural order in the Old World.“ In der nach den erwähnten Autoren wiedergegebenen Tabelle 1 wurden die verschiedenen schädlichen *Aulacophora*-Arten angeführt, die bis 1926 (Jahr des Erscheinens der Arbeit) aus verschiedenen Ländern gemeldet wurden, nebst ihren Nährpflanzen. Davon kommen nur 3 Arten in ganz Indien vor, und zwar folgende: *Aulacophora abdominalis* Fb., *A. atripennis* Fb. und *A. stevensi* Bely. In Nordindien kommen nur die ersten 2 Arten vor, von denen *A. abdominalis* die schädlichere ist. Sie ist in Punjab die ärgste und älteste epidemische Melonenkrankheit. Jeder Landwirt und Gemüsebauer kennt den „lal-bhoondi“ (red-beetle) sehr gut von seinen jährlichen Schäden, die auf viele Zehntausende von Rupien berechnet werden.

Die obigen Autoren erwähnen weiter Berichte von verschiedenen anderen Verfassern über den orangeroten Melonenkäfer, aus denen hervorgeht, daß er aus Indien stammt. So berichtet Surgeon General E. BALFOUR (1887), daß FIRMINGER in seinem Buch über Gartenbau einen roten Käfer aus Nordindien beschreibt, der sehr schädlich sei. Dieser Käfer soll nach HUSAIN und SHAH wahrscheinlich nichts anderes sein als A. *abdominalis.* COTES (1889—1893) nennt *A. abdominalis* eine zerstörende Epidemie der Cucurbitaceen von Indien. LEFROY, der in seinem Buch „Indien Insectpests“ (1906) den Schädling einfach erwähnt, schreibt in seinem Buch „Indian Insect Life“ (1909) über ihn folgendes: „Though *A. foveicollis* Kust. (*A. abdominalis*), is extremely common, nothing is known of its life history and all attempts to solve the problem hitherto have failed. It is a destructive insect to young cucurbitaceous plants, eating the leaves.“ FLETCHER (1914) berichtet, daß dieses Insekt eine Epidemie der Cucurbitaceen von Madras ist.

Was das Vorkommen des Schädlings in den verschiedenen anderen Ländern der Welt betrifft, so möchten wir auf die von HUSAIN und SHAH (1926) angegebenen und in Tabelle 2 angeführten Anhaltspunkte hinweisen.

Es sei noch auf die Angaben von BALACHOWSKY und MENSIL (1936) hingewiesen, welche hier wörtlich wiedergegeben werden: „Cet insecte

cause de grands degâts aux cultures de melon en Afrique du Nord. Il existe au Portugal, en Espagne, en Corse, en Sardaigne, en Italie, en Grèce, en Turquie d'Europe, en Russie du Sud, en Asie Mineure, dans toute

Tabelle 1

Die bis 1926 in den verschiedenen Ländern bekannten *Aulacophora*-Arten

Name	Nährpflanzen	Örtlichkeit
Aulacophora sp.	Wasserkürbis	Ceylon
A. abdominalis Fb.	Junge Kürbispflanzen	Mesopotamien, Indien
A. atripennis Fb.	Cucurbitaceen und Patal	Südindien, Bengalien
A. carterei Guérin	Cucurbitaceen	Queensland
A. coffeae Hornst	Kopfsalat, Cucurbitaceen	Philippinen
A. fabricii	Guinea-Bohnen	Fidschi
A. fabricii	Cucurbitaceen	
A. femoralis Mots.	Gemüse	Japan
A. hilaris Boisd.	Cucurbitaceen „Nun befällt er Pfirsiche Nectarines (Pfirsichart), Kirschen, Äpfel“	Queensland
	Cucurbitaceen	Neu Südwales, Australien
A. olivieri Guerin	Cucurbitaceen, Mais (Blätter und Grannen)	Queensland, Neu Südwales
A. orientalis Hornst.	Melothria orgyea	
A. palmestoni Blackb.	Cucurbitaceen	Australien
A. similis Oliv.	Maulbeeren	Formosen
A. stevensi Baly.	Cucurbitaceen	Südindien, Ceylon, Burma,
A. wilsoni Baly.	Cucurbitaceen	Queensland

Abb. 3. Weltverbreitung des Schädlings nach Literaturangaben

l'Afrique et à Madagaskar. Il ne se trouve pas dans le Midi de la France, non plus qu'en Chine." BODENHEIMER (1926) berichtet, daß der Schädling in Palästina auftritt und MEYET nennt ihn nach STELLWAAG (1928) Gelegenheitsschädling der Weintrauben im Süden.

Aus allen diesen Angaben geht hervor, daß *A. abdominalis* über die ganze subtropische Welt verbreitet ist. Denn wie auch aus Abb. 3 zu ersehen ist, kommt er fast in allen Erdteilen vor mit Ausnahme des amerikanischen Kontinents.

Tabelle 2
Weltverbreitung des Käfers

Örtlichkeit	Futterpflanzen
Europa	
Küste vom Mittelmeer	—
Afrika	
Küste vom Mittelmeer	—
Sudan	Melonen
Asia	
Mesopotamien	Junge Kürbispflanzen
Indien	
Assam, Burma	Alle Cucurbitaceen
Bengalien, Hoogly, Dacca	Ungeschälter Reis, Cucurbitaceen
Bihar und Orissa	Cucurbitaceen
Zentral Provinzen	"
Gwalior	"
Madras (in ganz Südindien bis 1200 m)	"
Vereinigte Provinzen, Saharanpur	Trapa bispinosa
Punjab (bis 1800 m Kasauli)	Cucurbitaceen
Nordwestliche Grenzprozinzen	"
Andamanen	"
Ceylon	Melonen und anderen Cucurbitaceenarten
Australien	
Queensland	" " " "
Nord-Territorium	" " " "
Nord-West-Australien	" " " "
Aru	" " " "

Was das Vorkommen des Schädlings in Griechenland anbelangt, so sind wir in der Lage zu berichten, daß *Aulacophora abdominalis* die einzige *Aulacophora*-Art ist, die in Griechenland vorkommt und hier als der ärgste Melonenschädling anzusehen ist. Sein Auftreten in Griechenland und seine Befallsintensität wird bedingt durch die Beschaffenheit und Feuchtigkeit des Bodens und durch die Kulturmethode. Davon werden wir im Abschnitt der Epidemiologie noch sprechen.

Auf dem Peloponnes und auf allen griechischen Inseln des Ionischen und Ägäischen Meeres werden die Zuckermelonen auf künstlich bewässerten Böden angebaut, die wegen ihrer Feuchtigkeit für die Entwicklung des Schädlings günstig sind. Deshalb tritt er da ständig, und zwar, wie aus Abb. 4 zu ersehen ist, vorwiegend stark bis sehr stark auf. In Mittel-Griechenland werden die Melonen in kleinem Maße im südwestlichen Teil auf tiefgründigen, nicht künstlich bewässerten Böden mit guten natürlichen Wasserverhältnissen angebaut, die rings um die Seen

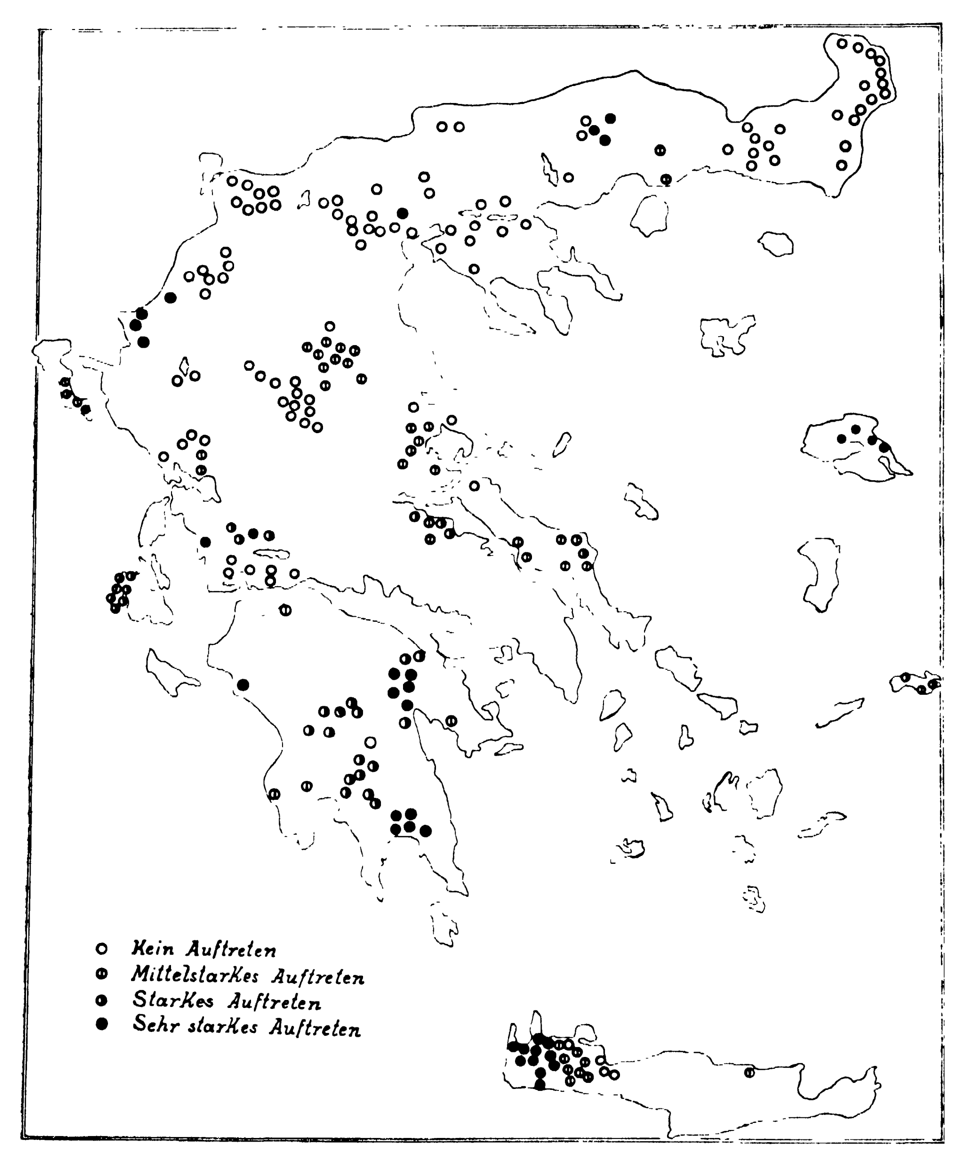


Abb. 4. Verbreitung des Käfers in Griechenland

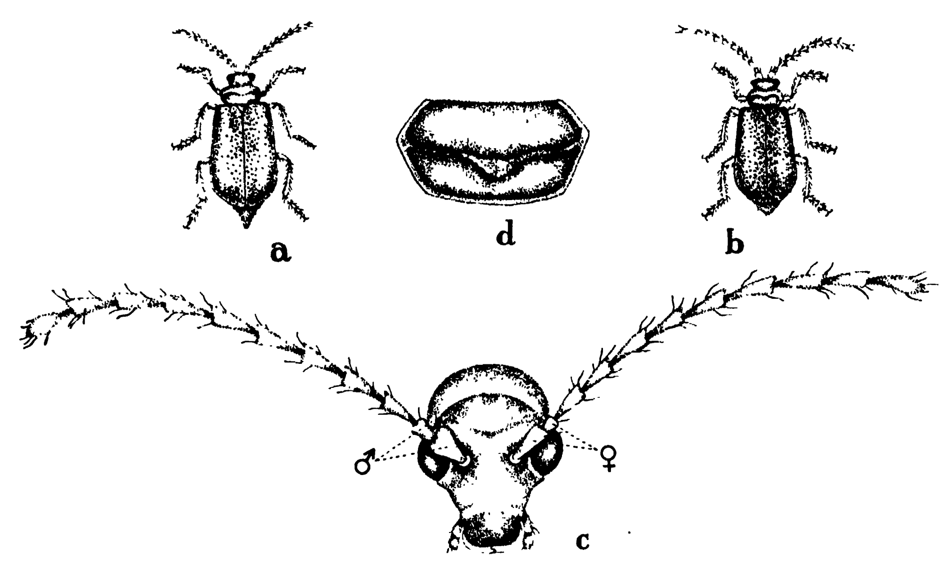


Abb. 5. a = ♂- und b = ♀-Käfer, Dorsalansicht, c = Kopf mit Fühlerunterschied vom ♂ und ♀, d = Thorax mit der Thorakalfurche, dorsal gesehen und stark vergrößert (a und b nach HUSAIN und SHAH)

von Trichonis und Amphilochia liegen, sowie auf den kürzlich trockengelegten Humusböden von Lesini. In diesen genannten Anbaugebieten Zentralgriechenlands sowie in den Melonenkulturen der gegenüber und westlich davon liegenden Insel Kephalonia tritt der Schädling mittelstark bis stark und nur in beschränkten Fällen sehr stark auf, dagegen in den Melonenkulturen der Gegend von Atalanti, das im äußersten östlichen Teil Mittelgriechenlands liegt, sowie in den Kulturen der gegenüberliegenden Insel Euböa tritt er nur mittelstark auf. In Thessalien ist nur im Bezirk von Larissa mittelstark vertreten, dagegen im Bezirk von Trikkala, der die westliche Hälfte von Thessalien umfaßt, bleiben die Melonenkulturen von dem Befall des Schädlings verschont. In Westgriechenland (Epirus), und zwar im nördlichen Teil desselben tritt der Käfer sehr stark und auf der westlich gegenüberliegenden Insel Korfu mittelstark auf. Im südlichen Teil von Epirus dagegen kommt der Käfer überhaupt nicht vor mit Ausnahme der Gegend von Arta, wo er mittelstark auftritt. Auf der Insel Kreta wird der Melonenanbau hauptsächlich im Bezirk von Heraklion betrieben. Da tritt der Käfer sehr stark auf. Stark vertreten ist er auch auf der Insel Mytilene und mittelstark auf Samos. Was endlich das Auftreten des Schädlings in Nordgriechenland, das heißt West-, Zentral- und Ostmazedonien sowie Thrazien anbetrifft, so bleiben diese Gebiete befallfrei mit Ausnahme der Gegend von Sphinitsa in Zentralmazedonien nördlich von Saloniki und einiger Ortschaften wie Nerophraktis, Kalabak, Aghios Athanasios usw. im südlichen Teil des Bezirkes Drama. Dieses Verschontbleiben der Melonenkulturen Nordgriechenlands dürfte mit dem Melonenanbau auf nicht künstlich bewässerten Böden in Zusammenhang stehen.

Doch dürften auch die Widerstandsfähigkeit der Sorten sowie wahrscheinlich das Klima und die Kulturmethode eine gewisse Rolle dabei spielen.

IV. Beschreibung des Käfers und seiner Entwicklungsstufen

A. Der Käfer

1. Größe: Nach Husain und Shah sind die weiblichen Käfer in der Regel größer als die männlichen. Ihre Körperlänge beträgt 5,5—8,8 mm und ihre Körperbreite 2,3—3,5 mm. Die Körperlänge der männlichen beträgt dagegen 5,5—8 mm und die Körperbreite 2,3—3,4 mm. Balachowski und Mensil geben an, daß der Käfer 6,5—7 mm lang ist. Nach zahlreichen eigenen Messungen beträgt die Körperlänge der weiblichen Käfer 7,0—8,0, im Durchschnitt 7,3 mm und die der männlichen 6,8—7,5, im Durchschnitt 7,1 mm (Abb. 5a, b).

2. Farbe: Der Käfer sieht im Gesamteindruck orangerot glänzend aus. Die Farbe seiner Körperoberfläche unter den Elytren ist dottergelb. Die Beine, die Antennen und das Pygidium sind leicht orangefarbig und mit silberfarbigen Haaren bedeckt. Die Ventralseite des Metasternums und die der Abdominalsegmente mit Ausnahme des letzten (Pygidium) ist schwarz und ebenfalls mit silberfarbigen Haaren bedeckt. Die Elytren weisen dagegen eine bei dem weiblichen Käfern orangerot glänzende Farbe und bei dem männlichen eine leicht orangene Farbe auf. Auf ihrer Oberfläche tragen sie sehr kleine grübchenförmige unregelmäßig verteilte Vertiefungen, aber keine Erhebungen.

3. Kopf: Nach Husain und Shah beträgt die durchschnittliche Kopflänge 1,4 mm und die durchschnittliche Kopfbreite 1,2 mm. Die Frons ist glatt, der Vertex rotgelb glänzend und der Clypeus gelb, manchmal gewölbt und mit braunen Haaren bedeckt (Abb. 5c). Die Augen sind zusammengesetzt, kohlschwarz und stark erhaben. Die Antennen bestehen aus 11 Gliedern, von denen das erste (Basalglied) wie Abb. 5c zeigt, dicker ist besonders beim Männchen. Alle Glieder sind mit Haaren versehen, das Basalglied etwas spärlicher.

4. Thorax: Das Pronotum ist doppelt so breit wie lang und leicht orangefarbig glänzend. Dorsal weist es grübchenförmige Vertiefungen auf, und in der Mitte trägt es quer über die ganze Breite eine Furche, welche sich in der Mitte zu einer halbkreis- und kraterförmigen Grube erweitert (Abb. 5d). Die genannte Furche ist charakteristisch für den Käfer, und daher rührt auch sein Gattungsname „*Aulacophora*“: von den griechischen Wörtern *αὖλαξ* = Furche und *φέρειν* = tragen. Die Seitenränder und der Hinterrand des Pronotums sind etwas aufgebogen. Das Scutellum ist glatt, dreieckig, leicht erhaben und von orangerot glänzender Farbe.

5. Abdomen: Dorsal sind sieben Abdominalsegmente zu sehen, die von sieben entsprechenden Rückenschienen (Tergiten) bedeckt sind. Die

ersten sechs Tergite sind nackt, das letzte, siebente Tergit ist dagegen dicht behaart. Ventral sind fünf Bauchsegmente deutlich zu sehen, die wieder von fünf entsprechenden Bauchschienen (Sterniten) bedeckt sind. Alle Sternite sind dicht behaart.

6. Mundgliedmaßen: a) Die Oberlippe (Abb. 6a) ist eine Chitinplatte, die breiter als lang ist und mit der breiten Hälfte eines Herzens zu vergleichen ist. An den beiden Seitenrändern ihrer vorderen Hälfte und noch etwas nach vorne zu trägt sie je neun Dornen. Davon sind vier spitzig und normal, während die übrigen fünf am Ende glatt und scharfkantig abgeschnitten erscheinen. In der Mitte des vorderen Randes ihrer oberen Fläche trägt die Oberlippe in einer Gruppe sechs kurze Chitindornen und auf der Hauptfläche sechs lange Haare, die in zwei Gruppen links und rechts der Mediallinie verteilt sind.

b) Die Oberkiefer (Abb. 6b) sind viertelkreisförmige, nach oben gewölbte Platten, die an ihrer vorderen Hälfte an der inneren Seite drei und an der äußeren Seite zwei Zähne tragen, während ihre Spitzen zu einem Zahn ausgezogen sind, der viel größer und kräftiger als die genannten fünf ist. An ihrer inneren Seite tragen sie eine Bürste, welche vom zweiten inneren Zahn ausgeht. Haare oder sonstige andere Organe weisen sie nicht auf.

c) Die Unterkiefer (Abb. 6c) bestehen aus den Innen- und Außenladen, die mittellang und kräftig und dicht mit Haaren versehen sind, so daß sie Pinsel darstellen, die zur Aufnahme flüssiger Stoffe wie z. B. Necktar usw., dienen können. Die Kiefertaster sind ebenfalls kräftig, aber lang, und ihr letztes Glied endet kegelförmig. Auf allen Tastergliedern wachsen Haare, die auf dem vorletzten Glied etwas länger sind.

d) Die Unterlippe (Abb. 6d) ist lanzettförmig und trägt an den Seiten die zwei Taster (Labialtaster), die dreigliedrig sind und deren Basalglied breiter ist als lang. Das zweite ist stark und gedrungen, und das dritte endet kegelförmig.

7. Unterscheidungsmerkmale zwischen Männchen und Weibchen: Männchen und Weibchen unterscheiden sich, wie wir schon gesehen haben (S. 15), in der Körpergröße. Die Weibchen sind größer als die Männchen. Ferner sind die Antennen im Basalglied verschieden. Das Basalglied ist beim Männchen dicker als beim Weibchen (Abb. 5c). Ein noch deutlicheres Unterscheidungsmerkmal der beiden Geschlechter ist die verschiedene Gestalt des letzten Abdominalsegments, worauf bereits HUSAIN und SHAH hinweisen. Diese Unterschiede, die makroskopisch und ohne Wegnahme der Flügel leicht zu sehen sind, werden in Abb. 7a—d wiedergegeben.

B. Das Ei

Die frisch abgelegten Eier von *A. abdominalis* sind gelb und weich. Kurz nach dem Ablegen trocknen sie ab und werden hart und elastisch.

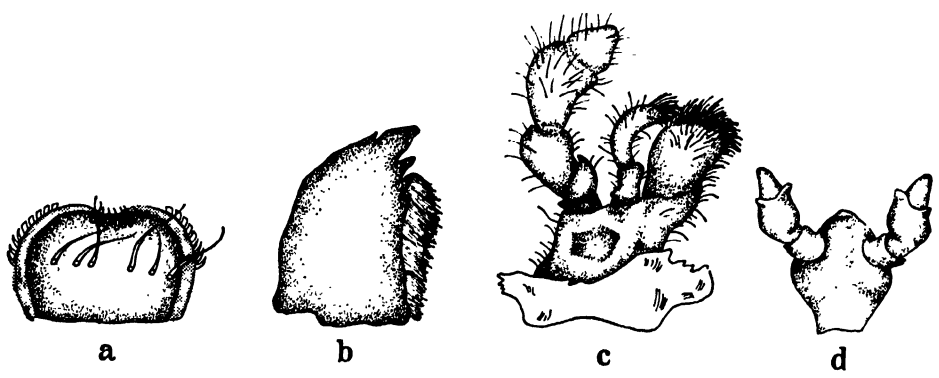


Abb. 6. Mundwerkzeuge: a = Oberlippe (Labrum), b = Oberkiefer (Mandibula), c = Unterkiefer (Maxilla), d = Unterlippe (Labium). (a—c dorsal, d ventral gesehen.) Alle sehr stark vergrößert

Bei fortgeschrittener Entwicklung werden sie dunkel und weisen, wenn sie ganz reif sind, eine schmutzige orangerote Farbe auf. Die einzelnen frisch abgelegten und mechanisch unbeeinflußten Eier haben eine unregelmäßige längliche oder kurze ovale Form, wobei der eine Pol durch das Abdrücken vom Ovipositor beim Herausschieben des Eies etwas abgeflacht und leicht gefurcht ist (Abb. 8a—c). Die paar-, schichten-, ketten- oder haufenweise abgelegten und infolgedessen gegeneinander gepreßten Eier haben beide Pole abgeflacht, oder sie sind im ganzen Umfang polyedrisch (Abb. 8d—g). Diese unsere Beobachtungen über die Eiform und Eifarbe stimmen mit denjenigen von Husain und Shah ganz überein.

Die Oberfläche der Eier ist mit einer sehr dünnen, kaum wahrnehmbaren, farblosen Klebschicht überzogen, wodurch sie bei der Ablage in Paaren, Schichten oder Haufen miteinander oder bei Einzelablage mit der Unterlage verklebt werden. Das Anhaften der Eier auf glatten Unterlagen (wie z. B. den Glaswänden der Zuchtgefäße)

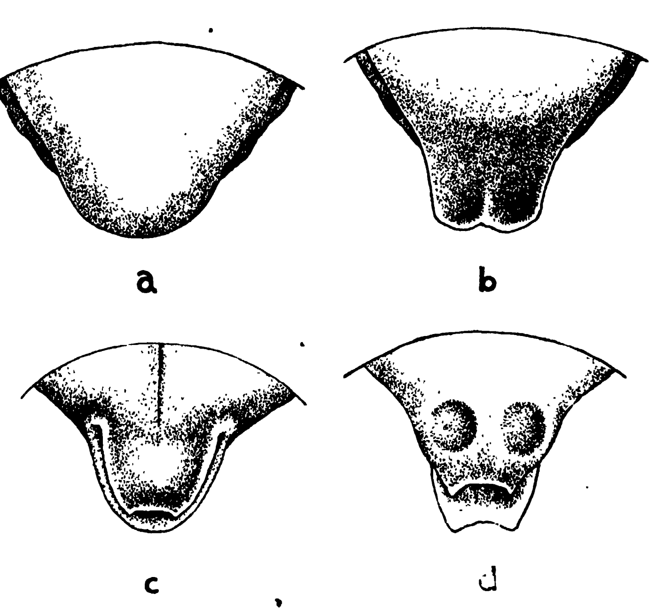


Abb. 7. Letztes, den Geschlechtsunterschied des Käfers zeigendes Abdominalsegment: a = ♂, b = ♀ dorsal, c = ♂, d = ♀ ventral gesehen

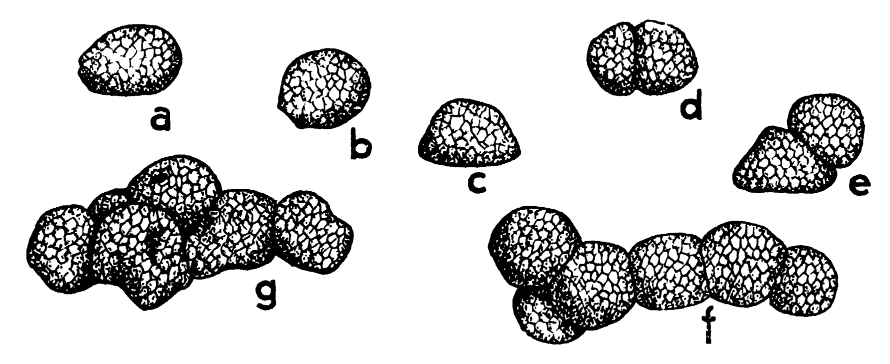


Abb. 8. Eiformen (siehe Text)

war so fest, daß man sie nicht loslösen konnte, ohne sie zu verletzen oder ganz zu zerstören. Dagegen lag auf Unterlagen mit rauhen Oberflächen (wie z. B. den Blattflächen der als Futter gereichten Melonenblätter und deren Stielen) die Eischale an der Unterlage nicht ganz glatt an, und infolgedessen war sie an derselben nicht fest angeklebt. Man konnte solche Eier von ihrer Unterlage leicht loslösen.

Außer den angehefteten Eiern haben wir in unseren Zuchten sehr oft auch lose Eier gefunden, die entwicklungsfähig waren. Ihre Haftlosigkeit hatte daher mit ihrer Entwicklungsfähigkeit nichts zu tun, sondern sie war unserer Beobachtungen nach auf das schnelle Trocknen des Klebstoffes beim längeren Hängenbleiben des Eies in der Ovipositorspitze zurückzuführen, bevor das Ei auf die Unterlage gesetzt wurde.

Die Eigröße beträgt nach Husain und Shah 0,62 mm. Bei unseren Untersuchungen haben wir aus 18 Messungen die in der Tabelle 3 wiedergegebenen Maßzahlen erhalten:

Dabei fanden wir als kleinste Länge 0,58 mm, als größte 0,72 mm, als kleinste Breite 0,48 mm, als größte 0,57 mm. Als Durchschnitt ergaben die Messungen 0,64 mm Länge und 0,52 mm Breite. Aus den erhaltenen Maßzahlen geht hervor, daß die Eigröße variabel ist. Das gilt auch für die Eiform, die wegen der weichen Schale von der Unterlage stark beeinflußt wird.

Die Eier sind gefüllt mit einer dünn- bis dickflüssigen und dotterreichen körnigen gelben Masse, welche durch die durchsichtige Eihülle durchschimmert und dem Ei die im Anfang des Kapitels erwähnte Farbe verleiht. Beim Heraustreten aus der Eihülle oder wenn das ganze Ei auf trockener Unterlage der Sonne oder der Luft ausgesetzt wird, trocknet die Eimasse sehr schnell ab (sie koaguliert) und kann durch Wasser oder durch sonstige flüssige Stoffe nicht wieder in den Zustand der Emulsion überführt werden.

Die Eioberfläche hat eine charakteristische Struktur, die am leichtesten nach dem Ausschlüpfen der Larve an der leeren und trockenen Eihülle zu beobachten ist. Über die Oberfläche des Eies ziehen sich

Tabelle 3
Eigröße in Millimeter

L/N	Vor dem Eintauchen ins Wasser		Nach dem Eintauchen ins Wasser	
	Länge	Breite	Länge	Breite
1	0,68	0,50	—	—
2	0,66	0,53	—	—
3	0,62	0,56	—	—
4	0,66	0,50	—	—
5	0,62	0,49	—	—
6	0,68	0,49	—	—
7	0,64	0,48	—	—
8	0,63	0,52	—	—
9	0,72	0,51	—	—
10	0,64	0,52	—	—
11	0,66	0,53	0,75	0,62
12	0,60	0,57	0,78	0,61
13	0,68	0,53	—	—
14	0,58	0,52	0,72	0,64
15	0,64	0,52	0,74	0,63
16	0,60	0,50	0,72	0,62
17	0,62	0,50	0,74	0,64
18	0,68	0,54	0,82	0,67

ziemlich regelmäßige Leisten hin, die erhaben und sehr scharf ausgeprägt sind. Sie sind gegen die Unterlage scharf abgesetzt, d. h. ihre Wände sind mehr oder weniger steil. Auf der Hülle der frisch abgelegten Eier ist nach Abtrocknen der Eioberfläche das Leistennetz als silberweiße Zeichnung auf gelbem Grund erkennbar. Die zwischen den Leisten entstehenden viel- (5 bis 7) eckigen, meistens aber sechseckigen Flächen (Abb. 9) sind ziemlich regelmäßig und ähneln auffallend der von der Bienenwabe her bekannten Sechseckform.

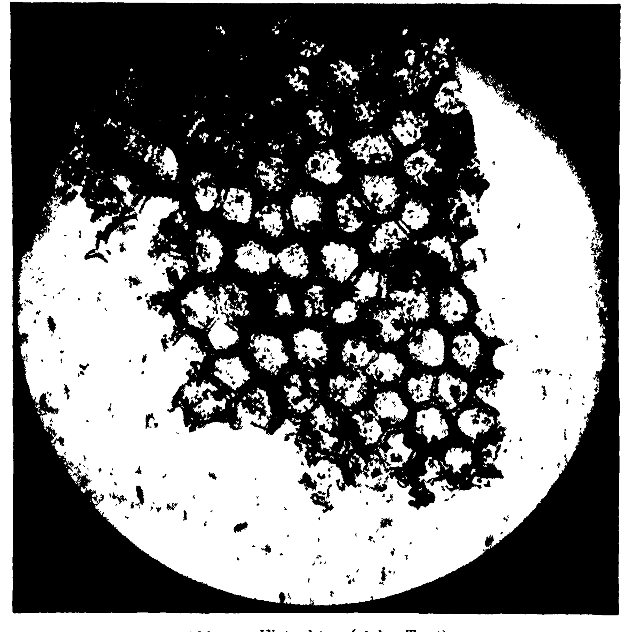
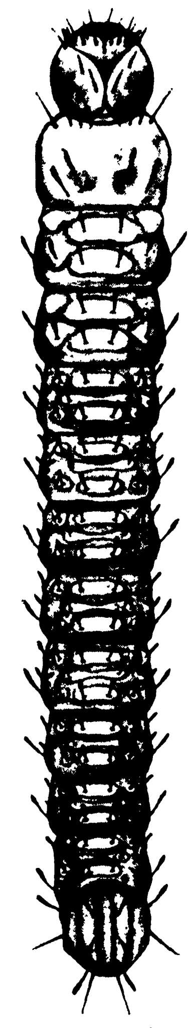


Abb. 9. Eistruktur (siehe Text)


Abb. 10. Frisch ausgeschlüpfte Larve, dorsal gesehen und stark vergrößert

Die Eihülle selbst ist schmutzig weiß und durchsichtig. Trocken ist sie morsch und brüchig; naß ist sie membranartig weich und zäh. Sie nimmt sehr schnell und leicht Wasser auf und gibt es an trockener Luft wieder sehr schnell und leicht ab. Sie ist ziemlich permeabel und hat ein sehr großes Quellungsvermögen. Die Folge davon ist, daß die Eioberfläche beim völligen Eintauchen der Eier ins Wasser oder auch nur beim einfachen Aufstellen auf nasser Unterlage sich stark vergrößert. Der Vorgang der Vergrößerung der Eischale geht blitzschnell vor sich. Sie beträgt in solchen Fällen, wie aus der Tabelle 3 zu ersehen ist, $^1/_7$—$^1/_8$, im Durchschnitt $^1/_5$ der ursprünglichen Eilänge und $^1/_8$—$^1/_3$, im Durchschnitt $^1/_5$, seiner ursprünglichen Breite.

Durch die obengenannten physikalişchen Eigenschaften des Eies treten beim Wechsel von Feuchtigkeit und Trockenheit physikalische Erscheinungen auf, von denen wir auf Seite 50 ausführlicher sprechen werden und die natürlich auf die Entwicklung der Eier bzw. die Vermehrung des Käfers überhaupt nicht ohne Einfluß bleiben können.

C. Die Larve

1. Größe: Die frisch ausgeschlüpfte Larve (Abb. 10) ist sehr beweglich und läuft rasch umher. Je älter und je größer und fetter sie wird, desto träger und langsamer wird sie. Nach HUSAIN und SHAH beträgt ihre Länge 1,2 mm und ihre Breite 0,28 mm. Aus 7 durchgeführten Messungen haben wir folgende Maßzahlen für die Länge erhalten: 1,6 mm, 1,6 mm, 1,5 mm, 1,7 mm, 1,4 mm, 1,7 mm, 1,6 mm. Demnach beträgt die kleinste Länge der frisch ausgeschlüpften Larve 1,4 mm, die größte 1,7 mm und der Durchschnitt 1,6 mm. Sie ist durchsichtig und sieht mit bloßem Auge oder mit einer Lupe schwacher Vergrößerung von oben betrachtet gelb bis orangerot aus. Bei stärkerer Vergrößerung aber bemerkt man, daß die Grundfarbe ihres Körpers hellgrau ist. Die gelbe oder orangerote Farbe wird bedingt durch die in der Körperhöhle links und rechts der Mittellinie von zweiten bis zum letzten Körpersegment in zwei paralellen Streifen angeordrneten gelben oder orangeroten schlauchähnlichen Gebilde, in denen zahlreiche der feinen Verzweigungen (Alveolen) der Tracheen endigen. Diese schlauchähnlichen, in der frisch ausgeschlüpften Larve sehr kleinen Gebilde bestehen aus zahlreichen gelben oder orangeroten Fettzellen und

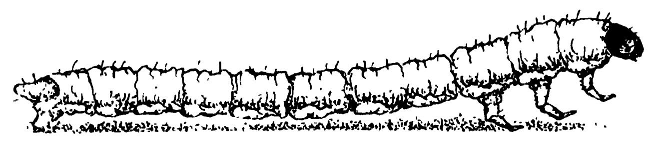
werden mit fortschreitendem Wachstum der Larve größer und größer. Endlich entwickeln sie bei der ausgewachsenen Larve zu größeren Fettlappen, die den meisten Raum ihrer Leibshöhle rings um den Darmkanal einnehmen und den Fettansatz des Larvenkörpers bilden. Mit ihrem Wachstum verlieren sie ihre gelbe oder orangerote Farbe und werden schmutzigweiß oder blaßgelb, wodurch auch die Farbe der schon ausgewachsenen Larve bedingt wird. Der Kopf, das Pronotum und die Analplatte sind hellgraubraun. Der Kopf ist etwas länger als breit und mit gut ausgebildeten dunkelbraun gefärbten Mundwerkzeugen versehen. Er trägt zwei dreigliedrige, keinen weiteren Anhang tragende, kegelförmig endigende Antennen. Bei der ausgewachsenen Larve sind die Antennen braun und im Verhältnis zur Kopfgröße klein und können in die Kopfkapsel eingezogen und dadurch fast unsichtbar gemacht werden. Endlich trägt die Larve 3 Paar dreigliedrige hellbraunfarbige Brustbeine.

2. Segmentierung: Der Larvenkörper besteht aus 3 Thorakal- und 9 Abdominalsegmenten. Jedes davon ist platt, breiter als lang und besitzt mit Ausnahme des letzten die Form eines Parallelogramms mit abgerundeten Ecken. Sie sind deutlich getrennt. Weiter sind die Körpersegmente, dorsal gesehen, durch Furchen in elliptische, abgerundet trapezförmige und dreieckige erhabene Felder aufgeteilt. Während das Pronotum keine solche Teilung trägt, weisen das Mesonotum und Metanotum neben zwei großen elliptischen Feldern noch vier kleinere auf. Von den neun Abdominalsegmenten weisen acht neben drei großen elliptischen Feldern noch acht viel kleinere auf, auf denen je eine Borste steht und die daher als Borstenfelder bezeichnet werden können. Das neunte und letzte Abdominalsegment trägt die Analplatte, eine lederartig derbe Haut in Form eines vieleckigen Gebildes mit abgerundeten Ecken, welches der Länge nach durch leicht geschlängelte Furchen in fünf Felder geteilt ist. Unten trägt das Analsegment einen muskulösen Wulst, an dem sich die Analöffnung befindet und der bei der Fortbewegung der Larve als Nachschieber dient.

Was die Form des Körpers der frischen Larve anbetrifft, so läßt er sich in 3 Abschnitte einteilen. Den ersten davon bilden die 3 Thorakalsegmente, die unter sich fast gleich groß sind und über die übrigen darauffolgenden Abdominalsegmente hervorragen. Darauf folgt der Größe nach der Abschnitt der fünf ersten Abdominalsegmente und endlich der Abschnitt, der aus den vier letzten Abdominalsegmenten besteht. Der ganze Körper der frisch ausgeschlüpften Larve, dorsal mit einer Lupe gesehen, sieht platt und etwa spindelförmig aus.

3. Behaarung: Die ganze junge Larve ist, im Gegensatz zur erwachsenen dicht behaart, was sicher als Schutz- und Hilfsvorrichtung mit der rascheren Bewegung und Wanderlust derselben im Zusammenhang steht. Die längsten und stärksten Borsten stehen vorne am Brustabschnitt und an den 2—3 ersten Abdominalsegmenten des Larvenkörpers. Der

Kopf weist kurze bis mittellange Borsten auf. Die meisten davon sitzen am Vorderrand der Kopfkapsel links und rechts der Mittellinie sowie rings um die Antennen. Das Pronotum weist neben 6 mittellangen löffelförmigen noch 2 lange, aber einfache Borsten auf. Sie sind an seinem Vorderrand in einer Reihe angeordnet, während an seiner Hinterhälfte 4 lange und starke löffelförmige Borsten stehen, je links und rechts der Mittellinie. Das Mesonotum und Metanotum weisen neben 6 kurzen noch 2 lange löffelförmige Pleuralborsten auf. Jedes der 8 Abdominalsegmente trägt neben 2 langen löffelförmigen Pleuralborsten noch 14 kurze löffelförmige Borsten, gleichmäßig rechts und links der Mittellinie angeordnet. Endlich trägt die Analplatte neben 4 mittellangen löffelförmigen Borsten, die in der Mitte ihrer Oberfläche quadratisch angeordnet stehen, noch 4 längere, ebenfalls löffelförmige Borsten, die strahlenförmig an ihren Rändern wachsen. Unten trägt die Larve nur einfache mittellange Borsten entlang des Körpers links und rechts der Mittellinie in je 2 Reihen. Das Analsegment trägt unten 4 lange einfache Borsten, die an seinen Rändern und unter der Analplatte strahlenförmig herausragen. Alle Borsten des Larvenkörpers sind hell perlmutterfarbig und sitzen mit Ausnahme der Borsten der Kopfkapsel und des Pronotums auf dunkeln Tuberkeln. Sie sind mit Ausnahme einiger Borsten der Analplatte alle nach vorne gerichtet.



Abd. 11. Ausgewachsene Larve, Seitenansicht in Vergrößerung

Die ausgewachsene Larve (Abb. 11) ist 13—14,5 mm und im Durchschnitt 13,5 mm lang. Aus 10 durchgeführten Messungen haben wir folgende Maßzahlen erhalten: 14 mm, 13 mm, 14 mm, 13 mm, 14,5 mm, 14 mm, 13 mm, 13,5 mm, 13,5 mm, 14 mm. Ihr Kopf ist dunkelbraun und im Verhältnis zur Körpergröße sehr klein. Das Pronotum ist gräulich und die Beine braun. Die Farbe des übrigen Körpers ist schmutzigweiß oder blaß. Dorsal gesehen weist die Larve ihrer ganzen Länge nach und genau in der Mitte einen grauen Streifen auf, der dem durch die Körperhaut durchschimmernden Darmkanal entspricht. Ihre Form ist zylindrisch und vorne durch den kleinen Kopf und das am Vorderrand verengte Pronotum verjüngt. Das Analsegment ist im Verhältnis zu dem vorletzten Segment nicht mehr so groß wie bei der frisch ausgeschlüpften Larve, sondern ist reduziert und die Analplatte zu einem kleinen ovalen Schildchen umgebildet. Sie trägt an ihrer Oberfläche kleine runde bräunliche Grübchen, die der Platte eine schmutzige Farbe verleihen. Am übrigen Körper verschwinden durch das Dick- und Fettwerden die an der Oberfläche der jungen Larve bemerkbaren erhabenen Felder und

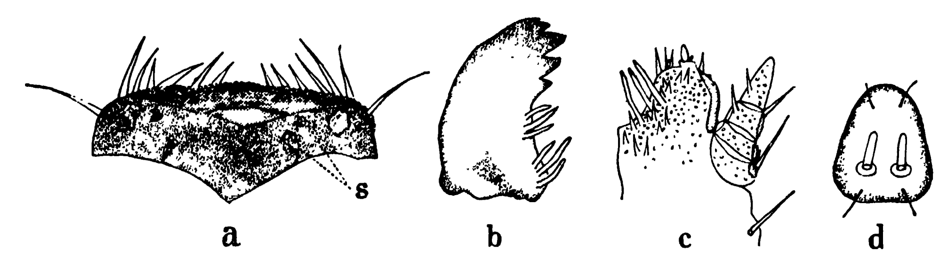


Abb. 12. Mundwerkzeuge der Larve: a = Oberlippe (Labrum), b = Oberkiefer (Mandibula), c = Unterkiefer (Maxilla), d = Unterlippe (Labium). (a und d ventral, b und c dorsal gesehen.) Alle sehr stark vergrößert. S = Sinnesorgane

werden durch zahlreichere und tiefere Furchen ersetzt, die das Auseinanderhalten der verschiedenen Körpersegmente der ausgewachsenen Larve erschweren. Die Kopfkapsel der ausgewachsenen Larve sowie auch der jungen Larve weist keine Augen (Ocellen) auf, und das dürfte sicher mit dem hauptsächlich unterirdischen Leben in Zusammenhang stehen.

4. M u n d w e r k z e u g e: Die O b e r l i p p e (Labrum) (Abb. 12a) hat die Gestalt ausgespannter Vogelflügel. Am Vorderrand ihrer Oberfläche links und rechts der Mittellinie sitzen je eine Gruppe von 6 langen kräftigen Borsten, die gegen die Mittellinie und gegeneinander geneigt sind. An ihren Seitenrändern stehen 2 lange und kräftige Borsten, die seitlich und nach vorne gerichtet sind. Auf ihrer Unterseite weist die Oberlippe Sinnes- (Geschmacks-) Organe nach Art von Flecken auf, die ovale bis kreisrunde Körperchen einschließen. Sie sind sehr spärlich links und rechts der Mittellinie verteilt.

Die O b e r k i e f e r (Mandibulae) (Abb. 12b) sind stark chitinisierte, gewölbte und ihrer Länge nach nach Art eines Viertelkreises gekrümmte Platten. An dem einen ihrer Enden tragen sie 5 große gut ausgebildete Chitinzähne, von denen der mittlere länger und schärfer ist als die übrigen vier. Am inneren Rande ihrer oberen Fläche weisen sie 2 Gruppen von je 3 langen und kräftigen Borsten auf, welche medial und nach vorne geneigt sind. Sinnesorgane oder sonstige Anhänge sind an den Oberkiefern nicht zu sehen.

Die U n t e r k i e f e r (Maxillae) (Abb. 12c): Jeder der Unterkiefer besteht aus der Kaulade und dem Kiefertaster. Die Kaulade ist an ihrer Unterseite mit 3—4 kleinen bis mittellangen kräftigen Borsten versehen, welche mit ihrem Ende herausragen. An ihrer Oberseite dagegen gibt es neben 3 langen kräftigen Borsten noch einige kräftige Dornen und viele Sinnesorgane. An ihrem Ende trägt die Kaulade ein kegelförmiges Sinnesstiftchen, an dessen Basis ein löffelförmiges Härchen wächst. Der Kiefertaster besteht aus vier Gliedern. Davon sind die ersten drei breiter als lang, kurz, gedrungen und kräftig; das vierte (Endglied) dagegen ist länger als breit und endet kegelförmig. Der Kiefertaster trägt weiter an seiner Fläche eine sehr lange und noch 3 kleinere gerade Borsten, welche nach

vorne gerichtet sind. An seiner Oberseite weist er viele Sinnesorgane auf, die auf seine vier genannten Glieder gleichmäßig verteilt sind.

Die Unterlippe (Labium) (Abb. 12d) ist einfaches schaufelförmiges Plättchen, welches an seiner Hinterhälfte unterseitig 2 tasterartige Stifte und an seiner vorderen und hinteren Hälfte je ein Paar kleinere Borsten trägt.

D. Die Puppe

1. Größe und Farbe: Die Größe der Puppe ist nach dem Geschlecht verschieden, wobei das ♂ in der Regel kleiner ist als das ♀. Aus 40 Messungen, welche wir an Puppen beider Geschlechter durchführten, haben wir für ♀♀ als kleinste Länge 5,5 mm, als größte Länge 7,5 mm, im Durchschnitt 6,5 mm, als kleinste Breite haben wir 2 mm, als größte Breite 2,8 mm und im Durchschnitt 2,5 mm, gefunden. Für ♂♂ haben wir als kleinste Länge 5 mm, als größte Länge 7 mm und im Durchschnitt 5,7 mm, als kleinste Breite 2 mm, als größte 3 mm, und im Durchschnitt 2 mm gefunden.

Die Farbe der Puppe ist opak weiß und in sehr seltenen Fällen gelblich. Sie hat eine weiche Haut. Auf chemische und mechanische Reize antwortet sie selten, und zwar durch langsame und träge Bewegungen ihres Abdomens. Die Bewegungen gehen vom vierten Abdomensegment aus und werden derartig durchgeführt, daß die Spitze des letzten Abdomensegments einen Kreis in der Luft beschreibt. Manchmal kommt es aber vor, daß diese Spitze beim Beschreiben des Kreises den Boden berührt und so einen Platzwechsel der Puppe, aber keine gerichtete Fortbewegung hervorruft.

Der Kopf ist wie bei vielen Käferpuppen gegen die Vorderbrust abgebogen, so daß von ihm von oben nichts zu sehen ist. Seitlich sieht man einen Teil der langen Antennen, welche vom Kopfe ausgehen und nach rückwärts gerichtet sind. In der Rückenansicht (Abb .13b) sind die Flügelanlagen zu sehen, welche links und rechts wie ein faltiger Schleier vom Rücken aus an den Seiten des Körpers zwischen dem zweiten und dritten Beinpaar bauchwärts laufen. In der Bauchansicht (Abb. 13a) sehen wir den Kopf mit den zwei großen zusammengesetzten Augen und den zwei Antennen. Sie sind an der Seite des Körpers kreisförmig gebogen und laufen zwischen der oberen Seite der Flügelanlagen und dem ersten und zweiten Beinpaar bauchwärts, und nach einem zur Tibia des zweiten Beinpaares parallelen Stück endigen sie mit ihrem letzten Glied an der Gelenkstelle der Tibia und des Tarsus des zweiten Beinpaares. Weiter sehen wir in der Bauchansicht die zusammengezogenen Beine, deren Tarsen an der Mediallinie des Puppenkörpers zwei parallele Reihen bilden, deren Anfang die zwei Unterkiefertaster bilden. Von den Mundwerkzeugen sehen wir sehr gut die massive und schaufelförmige Oberlippe und die darunter wie

zwei Sensen herausscheinenden Oberkiefer. Unter dem letzteren ragen die Unterkiefertaster hervor und zwischen ihnen tiefer im Hindergrund ist ein Teil der Unterlippe zu sehen.

2. Segmente: Dorsal sind beim ♂ alle Brust- und Bauchsegmente zu sehen. Dagegen beim ♀ sehen wir das achte Abdominalsegment nicht, da es zwischen dem siebenten und neunten Abdominalsegment eingedrängt und von dem darüber etwas herausragenden rechteckig endenden Hinterrand des siebenten Abdominalsegments bedeckt ist. Ventral sind im Puppenkörper beider Geschlechter nur die letzten 6 Abdominalsegmente ganz oder teilweise zu sehen. Der Brustabschnitt der Puppe nimmt mehr als $^1/_3$ des ganzen Körpers ein. Seine drei Abschnitte sind ungleich lang. Am längsten ist das Pronotum, etwas kleiner des Metanotum und kaum die Hälfte vom Metanotum mißt das Mesonotum.

3. Geschlechtsunterschiede: Das Geschlecht der Puppen kann, wie auch bei den Imagines (s. S 16), unterschieden werden an der verschiedenen Ausgestaltuug des Besalgliedes und des darauffolgenden Gliedes der Antennen (Abb. 13a) sowie auch an der verschiedenen Ausgestaltung der letzten Abdominalsegmente, die in der Seitenansicht auch dorsal und ventral, gut zu erkennen sind. In diesem zweiten Falle sind die Geschlechtsunterschiede hauptsächlich in der Gestalt der Tergiten und Sterniten des 7. und 8. Abdominalsegments ausgeprägt. So ist z. B. bei der männlichen Puppe (Abb. 14a) das 7. Tergit stärker gewölbt als bei dem Weibchen und von der Seite gesehen ist seine obere Umrißlinie gebogen. Fast dasselbe gilt auch für das 7. Sternit, das ebenfalls gewölbt und in seiner unteren Umrißlinie leicht gebogen ist. Bei weiblichen Puppen (Abb. 14b) ist das 7. Tergit eine in der Querrichtung schwach gewölbte

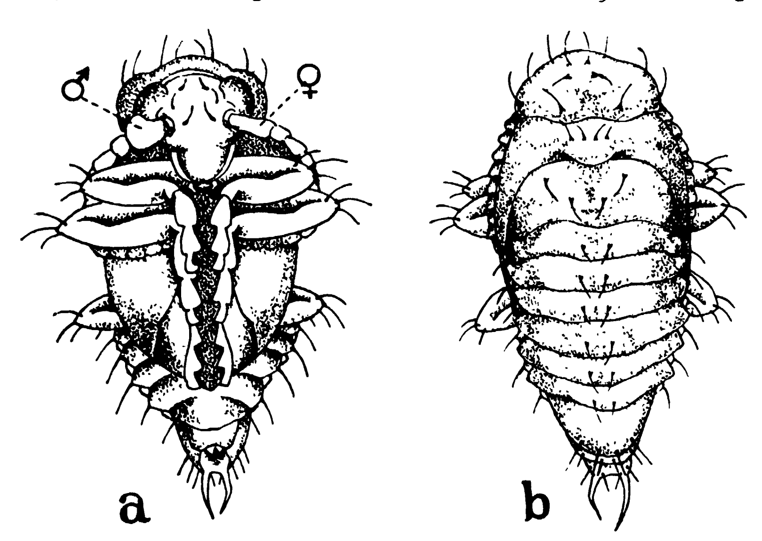


Abb. 13. Puppe: a ventral, b dorsal gesehen. ♂ und ♀ Basalglied der Fühler, den Geschlechtsunterschied zeigend

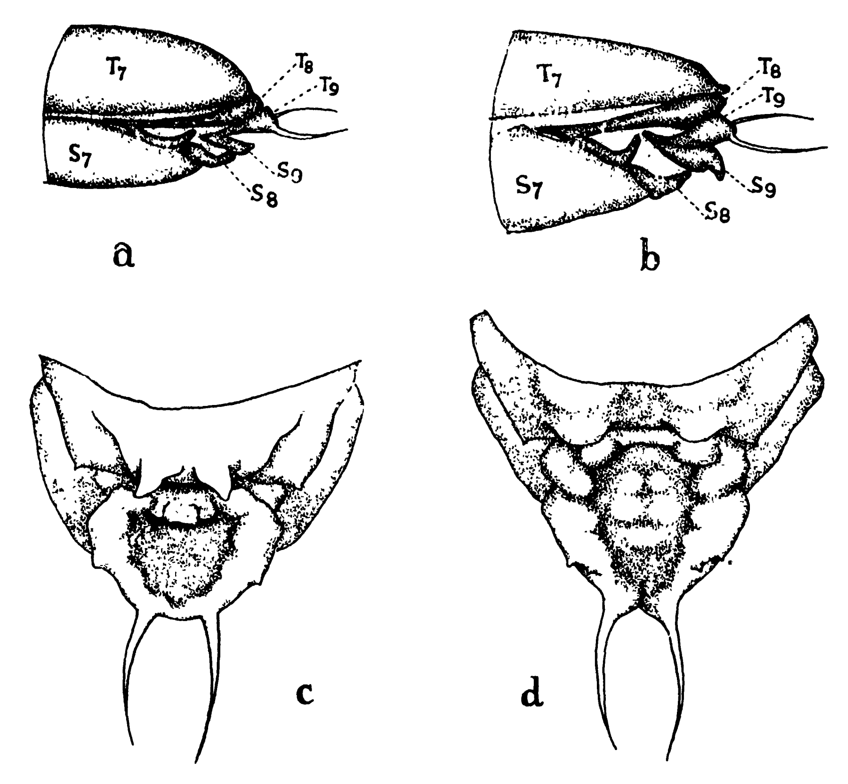


Abb. 14. Letztes Abdominalsegment der Puppe, den Geschlechtsunterschied zeigend. a und d ♂, b und c ♀, a und b Seiten-, c und d Ventralansicht. Siehe Text

und oben abgeplattete Fläche, welche hinten und dorsal geknickt ist, sodaß zwei Flächen entstehen, die einen stumpfen Winkel bilden. Der Hinterrand des 7. Tergits ist fast geradlinig und bildet mit den Seitenrändern zwei abgerundete rechte Winkel. Das 7. Sternit ist fast flach. Endlich ist bei der weiblichen Puppe der Hinterrand des 9. Sternits in zwei zitzenförmige Wülste ausgezogen, die seitlich sowie auch ventral gut zu sehen sind (Abb. 14c), während das beim Männchen nicht der Fall ist (Abb. 14d).

Durch die obengenannten Merkmale sind die Geschlechter der Puppen mit einer Lupe schwacher Vergrößerung oder im Notfalle auch mit bloßem Auge leicht und genau so sicher wie bei den Imagines zu unterscheiden.

4. Behaarung: Der Kopf der Puppe weist drei Paar mittellange Borsten auf, die auf seiner Stirnfläche in der Form eines Sechsecks angeordnet sind, dessen dem Körper abgewandte Seite die längste ist. Das Pronotum ist mit mittellangen Borsten versehen. Die meisten davon sitzen an seinen Rändern, und nur vier wachsen in seiner Hauptfläche an den Ecken eines Parallelogramms. Die Borsten am Vorder- und Hinterrand des Pronotums sind nach vorne und diejenigen an seinen Seitenrändern nach innen gerichtet. Von den vieren an seiner Hauptfläche sind die zwei vorderen nach vorne und die zwei hinteren nach hinten gerichtet.

Das Meso- und Metanotum weisen je 2 Paar Borsten auf, von denen je ein Paar links und rechts der Mediallinie stehen. Was nun die Behaarung der Bauchsegmente anbelangt, so stehen auf jedem der ersten sechs Abdominalsegmente je 2 Borsten, die dem Rücken entlang links und rechts der Mediallinie 2 parallele Reihen bilden. Außer diesen Borsten sind noch die zu nennen, von denen je eine am Hypopleuralfeld des 2.—7. Abdominalsegments links bzw. rechts unterhalb der Stigmen stehen. Das 7. Abdominalsegment trägt an seiner hinteren Hälfte 4 lange und gerade Borsten, das 8. ebenfalls 4 kürzere gerade Borsten. Endlich ist das 9. Abdominalsegment in 2 gerade und kräftige Dornen ausgezogen, neben denen einige kürzere gerade Borsten stehen.

Alle die genannten Haare des Puppenkörpers mit Ausnahme derjenigen vom Pronotum, stehen auf kegelförmigen Papillen, sind braun an der Farbe, teilweise gegenständig gebogen und sämtlich nach hinten gerichtet. Ventral weist die Puppe weder Borsten noch Haare auf.

V. Biologie

Allgemeines. Zur notwendigen Ergänzung der biologischen Beobachtungen, welche im Freien durchgeführt wurden, sind Laboratoriumszuchten angesetzt worden, um das Vermehrungsvermögen, die Entwicklungsdauer der verschiedenen Stadien und die Lebensdauer des Käfers zu ermitteln. Dafür wurden 10 Einzelzuchten mit je einem Käferpaar, welches frisch aus dem Winterlager geschlüpften Käfern entnommen war, angesetzt. Als Zuchtgefäß benutzten wir 11 cm im Durchmesser weite und 7 cm hohe Glasschalen, welche, um das Entweichen der Käfer zu verhindern, mit blechumrandeten Drahtnetzdeckeln bedeckt wurden. Als Futter wurden den Käfern frische Zuckermelonenblätter gereicht. Um ein vorzeitiges Verwelken derselben zu verhindern, verfuhr ich wie P. STEINER und steckte die Blätter mit ihren Stiel in mit Wasser gefüllte 2 cm weite und 3 cm hohe Fläschchen ohne Hals. Die Blätter wurden alle Tage durch frische ersetzt, wobei die von den Käfern abgelegten Eier abgezählt und die Zuchtgefäße gereinigt wurden. Die Zuchten wurden weiter mehrmals täglich auf Kopula durchgesehen.

Zucht: Da, wie ich beobachtete, die Eier sehr leicht der Gefahr der Austrocknung unterlagen, habe ich sie zum Zweck der Entwicklung in kleine quadratische Glasschalen von 1 cm Tiefe und 3,5 cm Seitenlänge gebracht, deren Boden mit einer doppelten Lage Filtrierpapier belegt war, das durch einige Tropfen Wasser ständig feucht gehalten wurde. In den so erhaltenen feuchten Kammern, die durch Glasplatten zugedeckt wurden, hatten die Eier genügend Feuchtigkeit, die immer gleich groß war ($\sim$ 100 %).

Zur Aufzucht der Larven bis zur Puppe und zum Imago benutzten wir Glasschalen von 6 cm Durchmesser und 7 cm Höhe, welche bis zur Hälfte ihres Raumes mit Erde gefüllt waren, die durch Hinzufügen von einigen Tropfen Wasser ständig feucht gehalten wurde. Die aus den Eiern frisch ausgeschlüpften Larven wurden zu ihrer weiteren Entwicklung vorsichtig mit einem feinen hölzernen Stäbchen aus den Entwicklungsglasschalen herausgenommen und auf die Schnittfläche eines unreifen Zuckermelonenstückes gebracht. Das Ganze wurde weiter in die Glasschale mit der feuchten Erde mit der Schnittfläche nach unten eingelegt. Um das Zerdrücken der Larven zu vermeiden, wurde die Schnittfläche des Zuckermelonenstückes leicht ausgehöhlt.

Die Zuckermelonenstücke wurden alle 2—3 Tage, bevor sie zu verschimmeln begannen durch frische ersetzt. Die jungen Larven fraßen im Anfang, d. h. die ersten 2—3 Tage,

das Zuckermelonenfleisch oberflächlich, später aber fraßen sie sich ganz oder mit der Hälfte ihres Körpers in dasselbe hinein.

Wenn die so aufgezogenen Larven ihre volle Größe erreicht hatten, verließen sie die Zuckermelonenstücke und begaben sich zur Verpuppung tiefer in die Erde, aus welcher sie später als fertige Käfer herausschlüpften.

A. Der Käfer

1. Lebensdauer

Die Käfer schlüpfen im Freien je nach der Witterung des jeweiligen Sommers und den örtlichen Klimaverhältnissen von Mitte Juli bis Ende Oktober. Sie überdauern den Winter auf dem Boden unter dürren und halbvermoschten Unkräutern oder Kulturpflanzenresten im Starrezustand, welcher in den südlichen Lagen bei sonnigen Wintertagen sehr oft unterbrochen wird, und erscheinen im Frühjahr, März—April. Bald schreiten sie zur Kopulation, legen den Sommer über ihre Eier und fangen, je nach der Witterung, von Mitte Juni ab an, abzusterben. In der Gefangenschaft lebten bei mir einige der zur Zucht benutzten und paarweise gehaltenen Käfer bis September, ja sogar bis März des nächsten Jahres. Demnach ist zu sagen, daß *A. abdominalis* ein Jahr und unter Umständen (im Laboratorium gehalten) mehr als ein Jahr lang als Imago lebt.

2. Erstes Auftreten der Käfer im Frühjahr

Husain und Shah geben an, daß *A. abdominalis* in Indien im ersten Frühjahr d. h. Anfang März und sogar noch eher je nach den Temperaturverhältnissen in Erscheinung tritt. Von diesem Zeitpunkt ab steigt seine Erscheinungszahl und erreicht Mitte April ihr Maximum. Diese Käfer sind sämtlich überwinterte Tiere, die sich im August, September und Oktober des vorhergehenden Jahres entwickelt haben.

Für die Klimaverhältnisse Griechenlands mit seinen etwas niedrigeren Temperaturen sind nach unseren Freilandsbeobachtungen diese Erscheinungstermine merklich verschoben. So haben wir bei unseren zweijährigen Beobachtungen über das Frühjahrserscheinen der Käfer feststellen können, daß sie ihre Winterruhe n i e v o r M ä r z abbrechen. Das Frühjahrserscheinen der Käfer geht hier folgendermaßen vor sich. Schon im März, sobald die Lufttemperatur wärmer geworden ist, brechen die Käfer ihre Winterruhe ab und begeben sich ganz vorsichtig in die nächsten dichtwachsenden Pflanzenbestände der wildwachsenden oder Kulturpflanzen wie Weizen-, wie Hülsenfrüchte-Kulturen, um sich dort weiter vor den um diese Zeit noch nicht stabil gewordenen ungünstigen Witterungseinflüssen zu schützen. Diese unmittelbar nach Abbrechen der Winterruhe ausgesuchten Schutzstellen verlassen die Käfer für immer erst viel später d. h. wenn die Witterung stabil geworden ist und die Zuckermelonenpflanzen im Feld genügend gewachsen sind, um den Käfern geeignete und sichere Schutz- und Nachtquartiere zu sichern.

Über diese genannten Gewohnheiten der Käfer sind folgende Freilandsbeobachtungen zu erwähnen: 1937 haben wir die ersten Käfer in der Ebene von Aghios Wassilios unter dichtwachsenden Unkräutern schon im März, anderthalb Monate später, d. h. ungefähr Ende April, auf Zuckermelonenpflanzen gefunden. Sie gingen auf die Zuckermelonenpflanzen von den Pflanzen des an das Zuckermelonenfeld grenzenden Weizenackers über, wo sie sich vor dem Witterungswechsel (Bewölkung oder Regen und daher Temperatursturz, was um diese Zeit leicht der Fall ist) geschützt gehalten und übernachtet hatten. 14 Tage darauf, d. h. Mitte Mai, haben wir die ersten Käfer im offenen Felde unter den Zuckermelonenblättern und Steinen oder Erdbrocken übernachtend angetroffen. Fast genau dasselbe gilt auffallenderweise auch für die Feldbeobachtungen, die wir darüber im nächsten Jahre 1938 in Argolis durchführten. Nach diesem ersten Erscheinen der Käfer im Frühjahr erreicht ihre Häufigkeitskurve ihren Höhepunkt ungefähr Mitte Juni. Von da ab fängt sie an abzufallen bis Ende Juli, wo sie ihr Minimum erreicht. Um diese Zeit sind noch alte Käfer anzutreffen, aber sehr spärlich, und können von den schon frisch ausgeschlüpften durch die dunklere Farbe der Elytren und die braunschwarzen Flecken, welche viele von den alten Käfern auf ihrem Rücken aufweisen, unterschieden werden.

Alles, was bis jetzt über das Frühjahrerscheinen der Käfer gesagt wurde, gilt für die Klimaverhältnisse von Korinthia und Argolis. Für die übrigen Gebiete Griechenlands mit verschiedenem Lokalklima müssen diese Erscheinungstermine natürlich anders liegen. Was aber trotzdem im allgemeinen gelten darf und gesagt werden muß, ist: a) daß *A. abdominalis* in ganz Griechenland seine Winterquartiere vor März nicht verläßt und nicht bevor das Wetter sich etwas stabilisiert hat und die Tagesmitteltemperatur auf 18°—20° C gestiegen ist und b) daß dieses Verlassen der Winterquartiere nicht schlagartig geschieht, sondern, wie wir oben sahen, allmählich und stufenweise.

3. Ernährung

Was die Käfer fressen, ist im Abschnitt III „Nährpflanzen" zusammengestellt. Auf die Frage, zu welcher Tageszeit die Käfer fressen, findet man nirgends eine Antwort. Bei unseren Feldbeobachtungen sahen wir die Käfer in den Vormittags- und Nachmittagsstunden auf den Zuckermelonenpflanzen fressen, während sie sich um die Mittagszeit unter den Blättern der Zuckermelonenpflanzen und verschiedener Unkräuter, sowie auch auf den Boden unter den Pflanzen aufhielten, ohne zu fressen. Dementsprechend richten die Käfer den größten Schaden in den Vormittags- und in viel kleinerem Maße in den Nachmittagsstunden an. Die genauen Grenzen dieser Zeit hängen natürlich von den äußeren Verhältnissen, d. h. von der Witterung ab und sind für die verschiedenen Monate der Flugperiode des Käfers in einer und derselben Gegend Griechenlands verschieden. Zur Nachtzeit fressen die Käfer nicht, sondern sie ruhen unter

den Blättern der Melonenpflanzen und verschiedenen Unkräutern, sowie auch unter Steinen und Erdbrocken aus, und erst in den Morgenstunden und bei Temperaturen, von denen wir auf S. 34 sprechen, werden sie

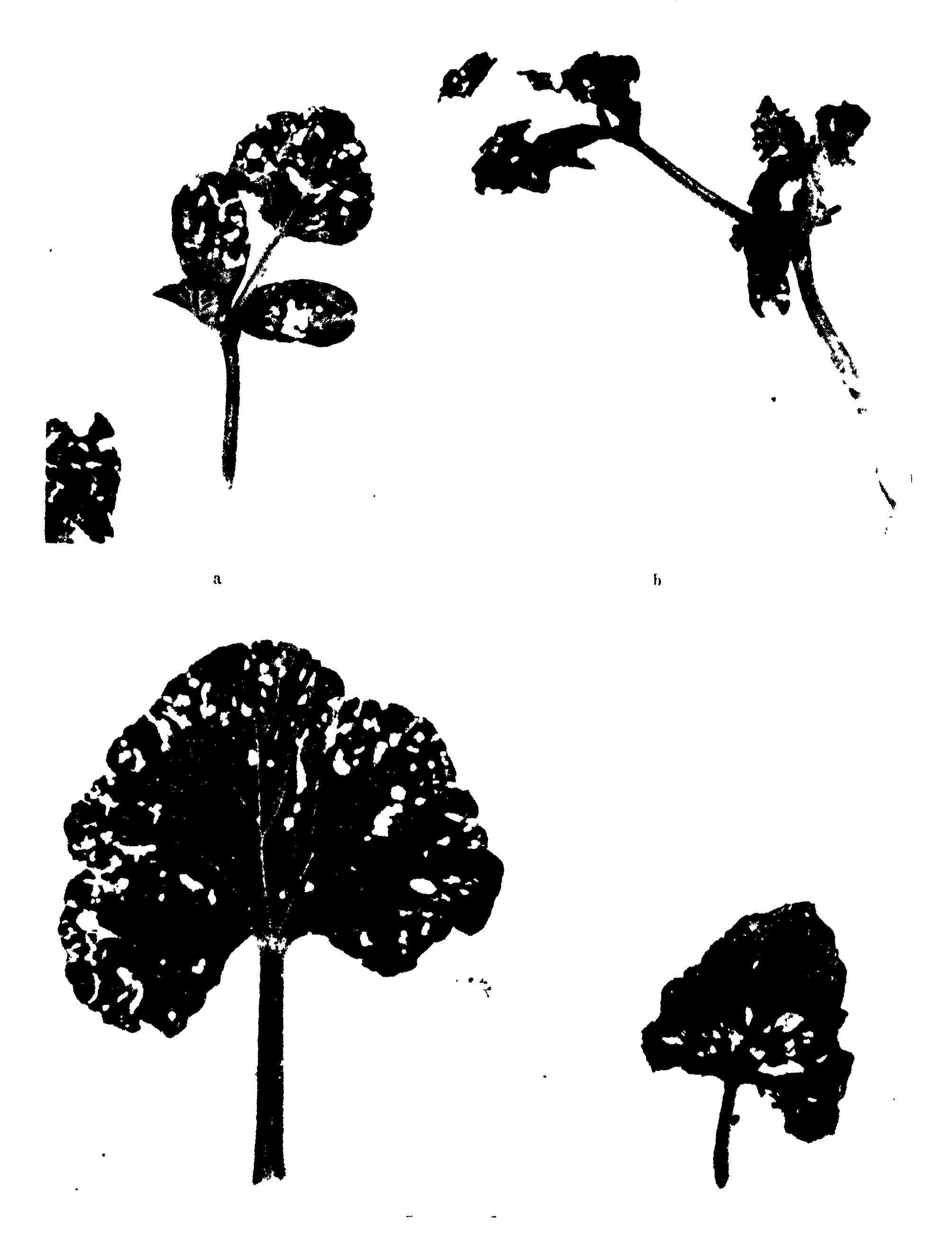


Abb. 15a—d. Fraßbilder fast in natürlicher Größe. Erklärung im Text

langsam wieder munter und gehen auf die Zuckermelonenpflanzen über, um mit Fressen zu beginnen.

Das Fraßbild der Käfer wird, wie wir unten sehen werden, bedingt: a) durch das Entwicklungsstadium der Pflanzen (Kotyledonen und darauffolgende kleine zarte Blätter), b) durch die Jahreszeit (Frühjahr, Sommer) und die Reizbarkeit des Käfers und endlich c) durch das Alter desselben (alte überwinterte bzw. frisch ausgeschlüpfte Käfer). Dementsprechend entstehen drei Fraßbilder:

Das erste Bild (Abb. 15a) wird charakterisiert durch zahlreiche kleine Fraßflecken mit weißem Grund auf der Oberfläche der Kotyledonenblätter, die oft zu größeren weißen Fraßflecken zusammenfließen. Diese Flecken treten nur in der oberen Fläche der Kotyledonenblätter auf, weil die Käfer im frühen Frühjahr sich sehr gerne der wieder belebenden Sonne auf der Blattoberseite aussetzen. Die Flecken entstehen dadurch, daß die Käfer die Epidermis und das Parenchym der kleinen und fleischigen Kotyledonenblätter bis auf die gegenüberliegende Kutikula der Blattunterseite herausfressen. In die nach den Kotyledonenblättern erscheinenden ebenfalls kleinen und zarten Blättern fressen die Käfer kleine, auf die ganze Oberfläche gleichmäßig verteilte Löcher, die bei intensiverem Fraße zu größeren Löchern zusammenfließen, wodurch endlich ein Zerschlitzen und Zerstören der ganzen Fläche der ersten kleinen und frischen Blätter der Pflanzen hervorgerufen wird (Abb. 15b). Das zweite Fraßbild ist an den Blättern der schon ausgewachsenen Pflanze zu sehen und ist charakterisiert durch verschieden große und verschiedenartige Fraßlöcher, welche ringsum in der Nähe des Blattrandes angeordnet sind (Abb. 15c). Es entsteht dadurch, daß sich die Käfer bei fortschreitender Jahreszeit, um sich vor der brennenden Sonne zu schützen, hauptsächlich auf der Unternseite der Blätter aufhalten, und zwar neben dem Rande derselben, um bei Störung irgendwelcher Art leichter davonfliegen zu können (s. S. 39). Das dritte Fraßbild, welches an den Blättern der schon fruchttragenden Pflanze während der Ausschlüpfzeit der neuen Käfer anzutreffen ist, ist charakterisiert durch zahlreiche sehr kleine Löcher, welche manchmal auch zu größeren zusammenfließen. Diese Löcher, welche von den frisch ausgeschlüpften mit noch schwachen Mundwerkzeugen ausgerüsteten Käfern verursacht werden, sind entweder auf der ganzen Blattfläche zu sehen oder meistens nur an der Hälfte des Blattes gegen den Blattstiel zu links und rechts des Mittelnerves (Abb. 15d). Der Grund dafür liegt darin, daß an dieser genannten Blattstelle durch das Überschlagen der Seitenränder des Blattes nach oben und etwa nach innen eine tütenartige Stelle entsteht. Hier suchen die noch mit zarten Elytren versehenen und daher flugunfähigen frisch aus geschlüpften Käfer Zuflucht, um sich gegen die äußeren Einflüsse, vor allem der brennenden Sonne zu schützen und ihre große Freßlust befriedigen zu können. Später, wenn ihre Elytren härter werden und sie flugfähig

sind, verhalten sie sich beim Fressen wie die alten Käfer und rufen infolgedessen dasselbe Fraßbild der Abb. 15c hervor.

Bemerkenswert ist ein Wechsel, der in der Bevorzugung bestimmter Nährpflanzen im Laufe des Imagolebens auftritt. Die alten überwinterten Käfer ernähren sich nämlich im Freien während ihrer ganzen Flugperiode ausschließlich von Zuckermelonenpflanzen und verschmähen die übrigen Cucurbitaceenarten, die an den anliegenden Feldern oder sogar unter den Melonenpflanzen des befallenen Feldes wachsen. Ganz entgegengesetzt verhalten sich die frisch ausgeschlüpften Käfer. Sie fressen im Sommer und im Herbst ihres Ausschlüpfens nicht gern an Zuckermelonenpflanzen, sondern sie verlassen ihre Mutterfelder kurz nach dem Ausschlüpfen, um andere Pflanzen, wie Gurken, Kürbis und Luzerne zu besuchen. Dieser Fraßunterschied zwischen den Melonenpflanzen und den letztgenannten Pflanzenarten war bei parallelen Fütterungsversuchen nicht so stark feststellbar wie im Freien. Nach den Ergebnissen unserer Beobachtungen und Untersuchungen über den Nahrungswechsel der Käfer sind wir zu der Schlußfolgerung gekommen, daß der Anlaß zu dieser Erscheinung erblich zu sein scheint. Davon werden wir sogleich im darauffolgenden Kapitel „Standort und Wanderung" ausführlich sprechen.

4. Standort und Wanderung

Die alten überwinterten Käfer halten sich, wie schon oben gesagt wurde, während der ganzen Flugperiode nur in Zuckermelonenfeldern auf und ernähren sich ausschließlich von Zuckermelonenpflanzen und verschmähen andere Cucurbitaceenarten. Die Käfer bleiben nicht lange in einem und demselben Feld, in dem sie zum erstenmal aufgetreten sind sondern sie verlassen dasselbe kurze Zeit danach allmählich in deutlichem Maße, um ein anderes Zuckermelonenfeld zu besuchen. Demnach können wir für die überwinterten Käfer von einer Wanderung im engeren Sinne sprechen. Für die frisch ausgeschlüpften Käfer dagegen müssen wir von einer Wanderung im weiteren Sinne sprechen. Denn sie verlassen, wie wir im Kapitel „Ernährung" schon gesehen haben, ihre Mutterfelder, sobald sie flugfähig geworden sind, und man sieht sie von Ende Juli bis Ende November, wo sie in ihre Winterquartiere einziehen, ziemlich planlos einzeln oder zu mehreren zusammen nach allen Richtungen fliegen. Auf diese Weise gelangen die jungen Käfer in verschiedene Kulturen wie in Weinberge, auf Mais, Tomaten, Luzerne und vor allem auf Gurken- und Kürbispflanzen. Diese beiden genannten Wanderungsarten dürfen sicher mit dem erblichen Geschmackwechsel von dem wir oben sprachen, in Zusammenhang stehen. Sie scheinen eine merkwürdige Anpassung an die biologischen und ökologischen Verhältnisse des Käfers sowie auch an die in Griechenland herrschenden Kulturmethoden zu sein. Um all dies klarzulegen, sei folgendes gesagt: Im ersten Falle hat die Bevorzugung der Zuckermelonenpflanzen als Nahrung durch die alten überwinterten

Käfer im Frühjahr und Sommer die strenge Beschränkung derselben auf die Zuckermelonenfelder zur Folge, wobei zwangsläufig die reifen Weibchen auch ihre Eier nur in der Nähe von Zuckermelonenpflanzen ablegen. Das ist natürlich für die Vermehrung des Käfers von sehr großer Bedeutung, wenn man nur daran denkt, daß, wie Feldbeobachtungen und Zimmeruntersuchungen zeigten, seine Larven sich n u r von Zuckermelonenpflanzen ernähren (siehe S. 54). Außerdem dürfte die Blattsubstanz der Zuckermelonenpflanze als Nahrung eine günstige und anregende Einwirkung auf die eierlegenden Weibchen haben. Versuche darüber sind bereits angestellt, die leider noch nicht abgeschlossen sind.

Endlich wird das allmähliche, aber doch bestimmt binnen kurzer Zeit eintretende Verlassen der etwa ausgewachsenen Pflanzen der Frühkulturen, in denen die Käfer im Frühjahr zuerst auftreten, und das Aufsuchen anderer jüngerer Pflanzen späterer Kulturen durch den Vorzug veranlaßt, den die Käfer den frischen und zarten Zuckermelonenblättern geben. Diese Geschmacksrichtung bringt die Käfer dazu, ihre übrigen Eier von jetzt ab in der Nähe noch junger Zuckermelonenpflanzen in Spätkulturen abzulegen, so daß die Nachkommen genug Zeit vor sich haben, um zur vollen Entwicklung zu kommen, bevor die Zuckermelonen abgeerntet werden und die Melonenpflanzen vom Felde weggeräumt sind.

Im zweiten Falle wird durch das Abwandern fast unmittelbar nach dem Ausschlüpfen aus dem Boden eine Verteilung der Käfer auf verschiedene Kulturen bedingt, wodurch sie sich einerseits aus ihrem Mutterfelde entfernen und andererseits — was auch bei diesem Falle das wichtigste ist — neben den Wohnungen und Bauernhöfen in die Hausgärten gelangen, wo sie besser vor äußerer ungünstigen Einflüssen geschützt überwintern können. Im Freien und auf offenen Feldern bietet sich nähmlich überhaupt keine Gelegenheit hierzu, da alle Ernterückstände unter denen die Käfer geschützt überwintern können, nach dem Ernten vom Felde weggeschafft werden, damit es umgebrochen und mit der Winterfrucht bebaut werden kann. Endlich gelangen die jungen Käfer durch Verlassen ihrer Mutterfelder auf süße Früchte durch derer Transport dann ihre Verschleppung und Ausbreitung erleichtert wird.

5. Temperaturabhängigkeit

Wie alle Insekten, so ist auch *A. abdominalis* in seinen Lebensäußerungen weitgehend von der Temperatur abhängig. Diese Abhängigkeit wurde für unsere Käfer experimentell festgestellt, und zwar nur für die Bewegungen des Käfers (Aktivität). Doch kann man wohl aus diesen Experimenten auch eine Folgerung über die Vorzugstemperaturen der Käfer ziehen.

a) A k t i v i t ä t: Versuche, die Aktivität eines Insekts nach seinem Benehmen bei verschiedenen Temperaturen zu bestimmen, wurden zum erstenmal von F. S. Bodenheimer (1929) bei Heuschrecken gemacht. Ähn-

liche Versuche stellte ANDERSEN (1931) mit *Sitona lineata* und PAVLAKOS (1931) mit *Calandra granaria* an. Bei unseren Versuchen benutzten wir die von F. S. BODENHEIMER ausgearbeitete und später in der Versuchsanordnung von ANDERSEN etwas abgeänderte Methode. Sie beruht darauf, die Tiere in einem zugedeckten Sandbad langsam und gleichmäßig zu erwärmen (Steigerung der Temperatur etwa 10°/Std.), und in einer Kühlwanne ebenso abzukühlen. Die beiden Endpunkte d. h. Kältestarre und Wärmetod, sind verhältnismäßig leicht festzustellen. Zwischen diesen beiden Aktivitätsnullpunkten haben dann BODENHEIMER, ANDERSEN und PAVLAKOS (früher sowie in der vorliegenden Arbeit) in den Versuchen mit *A. abdominalis* noch 6 Stufen festgestellt.

Die einzelnen Aktivitätsstufen lassen sich für *A. abdominalis* folgendermaßen kennzeichnen:

1. Kältestarre: Die Tiere halten sich ruhig mit dem Kopf immer gegen den Boden geneigt. Sie bewegen ihre Fühler langsam und halten sie nicht, wie gewöhnlich, hoch, sondern nach unten geneigt, wobei sie mit ihren Endspitzen den Boden berühren. Alsdann strecken die Tiere ihre Hinterbeine aus, so daß ihr Hinterkörper hochgehoben wird und ihr Kopf den Boden berührt. In dieser Körperstellung verlieren sie das Gleichgewicht, fallen seitlich um, ziehen ihre Beine zusammen, und jede weitere Bewegung hört auf.

2. Sehr geringe Aktivität: Die Tiere können gut stehen, sie halten den Kopf gegen den Boden geneigt und bewegen ihre richtig gehaltenen Fühler. Sie bewegen auch langsam ihre Beine, ohne aber dabei immer von ihrem Platz wegkommen zu können.

3. Geringe Aktivität: Die Tiere fangen bei dieser Aktivitätsstufe an, langsam zu laufen, bleiben aber sehr oft stehen, wobei sie die Tarsen ihres ersten Brustbeinpaares durch ständiges Durchziehen durch die Mundwerkzeuge abputzen. Sie bewegen gleichmäßig und ohne Pausen ihre Fühler und können, wenn auch schwer und unsicher, doch an den glatten Wänden des Glasgefäßes emporklettern.

4. Mittlere Aktivität: Die Tiere laufeu einigermaßen lebhaft und bemühen sich vergeblich, ihre Elytren zu heben, um ihre Flügel zum Fliegen auszustrecken. Sie können leicht an den glatten Glaswänden emporklettern, und wenn sie auf den Rücken fallen, können sie leicht wieder auf die Beine kommen.

5. Starke Aktivität: Die Tiere laufen sehr schnell, fliegen lebhaft, erklettern häufig und schnell die Glaswand, versuchen oft auszubrechen und halten sich vornehmlich auf dem Glasdeckel auf, wo die Temperatur etwas niedriger ist als im Gefäßboden. Sie bewegen unaufhörlich ihre Fühler. Beim Znsammenstoßen miteinander reagieren sie durch eine zuckende Schreckbewegung.

6. Sehr starke Aktivität: Die Tiere zeigen höchste Erregung. Die Temperatur ist ihnen sichtlich unbehaglich. Sie laufen sehr schnell

und aufgeregt nach allen Richtungen. Sie fliegen nicht, weil sie nicht zum Stillstehen und damit nicht in die richtige Flugstellung kommen. Sie bewegen ihre Fühler sehr lebhaft, und wenn sie auf den Rücken fallen, richten sie sich schnell wieder auf. Die auffallende höchste Erregung veranlaßt die Tiere, mit den Beinen zu zappeln und ungeordnete Bewegungen zu machen, so daß sie, trotzdem sie mit den Beinen Laufbewegungen machen, nicht oder doch nur langsam vom Fleck kommen.

7. Beginn der Wärmelähmung: Die Tiere laufen sehr langsam und unsicher (wackeln), können nicht fliegen, und wenn sie auf den Rücken fallen, können sie sich nicht mehr aufrichten. Die Bewegungen der Fühler und der Beine werden langsamer und matter mit dazwischen eintretenden Pausen.

8. Wärmetod: Nach Eintritt der Wärmelähmung liegen die Tiere auf dem Rücken, ziehen ihre Beine zusammen, werden bewegungslos, und es sind nur kurze Fühlerbewegungen mit langen Pausen wahrzunehmen, welche bald ganz aufhören, der Wämetod tritt ein.

Es wurden 150 Versuche durchgeführt mit Tieren, die aus der überwinterten Generation stammten. Die Hälfte der Käfer wurde von Zimmertemperatur ausgehend langsam erwärmt, die andere Hälfte abgekühlt. Als Mittel sämlicher Versuche ergeben sich für die einzelnen Aktivitätsstufen die in der Tabelle 4 angeführten Temperaturen.

b) Vorzugstemperatur: Was die Vorzugstemperatur anbelangt, so haben wir bei den oben angeführten Aktivitätsversuchen feststellen können, daß diese zwischen 23 und 26° C liegt. Dieser Temperaturbereich ist den Tieren sichtlich sehr behaglich. Denn wenn die Temperatur bei der Durchführung der Versuche über die angegebene Grenze stieg, also auf ungefähr 27° C, fingen die Tiere an unruhig zu werden, wobei sich bei 29° C schon die Symptome der „starken Aktivität" deutlich bemerkbar machen.

In Tabelle 4 vergleichen wir diese Zahlen mit den Temperaturen für die verschiedenen Aktivitätsstufen zweier anderer wärmeliebender Insekten, der Wanderheuschrecke (*Schistocerca gregaria* Forsk), nach den Untersuchungen Bodenheimers (1929), des Kornkäfers *Calandra granaria*, L.,

Tabelle 4

Temperaturen der Aktivitätsstufen vier verschiedener Insekten

Tierart	Aktivitätsstufen							
	Beginn d. Kältestarr.	Sehr ger. Aktivität	Geringe Aktivität	Mittlere Aktivität	Starke Aktivität	Sehr starke Aktivität	Beginn der Wärmelähmung	Wärmetod
S. gregaria	4,6	7,8	18,4	23,5	34,9	44,4	49,6	59,7
C. granaria	5,1	9,4	15,2	20,1	25,9	33,5	38,4	39,4
S. lineata	0,7	2,0	15,0	23,9	33,0	37,5	42,5	44,3
A. abdominalis	5,5	9,2	15,0	19,0	29,0	35,7	43,0	46,7

nach Untersuchungen von PAVLAKOS (1931) und weiter für einen anderen Käfer, der auch wie *S. gregaria* und *A. abdominalis* und im Gegensatz zu *C. granaria*, im Freien vorkommt, aber in nördlichen Breiten (Untersuchungen von KARL ANDERSEN 1931) nämlich den Graurüßler (*S. lineata*).

Der Vergleich der vier unter verschiedenen äußeren Bedingungen lebenden Insekten zeigt, daß die drei wärmeliebenden Arten bei der Abkühlung schon bei noch ziemlich hohen Temperaturen ihre Aktivität sehr herabsetzen, während der Graurüßler erst bei 2° eine sehr geringe Aktivität aufweist. Auffallend ist, daß der Kornkäfer keine hohen Temperaturen vertragen kann, im Gegensatz namentlich zur Wanderheuschrecke und *A. abdominalis*. Es dürfte das damit zusammenhängen, daß der Kornkäfer als Speicherschädling auch in südlichen Ländern nicht unmittelbar der Sonnenstrahlung ausgesetzt ist, wie z. B. die Wanderheuschrecke. Mehr als der Kornkäfer und weniger als die Heuschrecke ist *A. abdominalis* der Sonnenbestrahlung ausgesetzt. Seine Zahlen liegen daher zwischen denen dieser beiden Insekten, denn der Käfer ist kein Speicher-, sondern ein Freilandschädling, der sich aber hauptsächlich von großblättrigen Pflanzen ernährt, unter deren Blätter er sich während der heißen Tageszeiten vor der Sonnenstrahlung schützen kann. Dazu trägt auch seine Körpergröße viel bei, die es ihm erlaubt, selbst unter kleinblättrigen Pflanzen sich leicht zu verstecken und zu schützen. Deshalb liegt die Temperatur des Wärmetodes für *A. abdominalis* zwischen der des Kornkäfers und der Wanderheuschrecke und höher als die von *S. lineata*, die, wie schon gesagt, ebenfalls ein Freilandsschädling ist, aber in nördlicheren Breiten vorkommt.

6. Verhalten der Käfer im Freien

Daß die Aktivität der Käfer, wie schon gesagt, von der Temperatur abhängt, geht auch aus unseren über das Verhalten der Käfer im Freien bei verschiedenen Temperaturen durchgeführten Freilandsbeobachtungen hervor.

Einige dieser Freilandsbeobachtungen, die in Aghios Wassilios im Frühjahr und Sommer 1937 durchgeführt wurden, sind in der unterstehenden Tabelle 5 angeführt:

Die Beobachtungen über das Verhalten der Käfer im Freien bei verschiedenen Temperaturen haben wir den ganzen Sommer über bis August mit immer gleichen Ergebnissen fortgesetzt.

Wenn wir nun die Ergebnisse dieser Freilandsbeobachtungen mit denjenigen unserer Aktivitätsversuche im Laboratorium vergleichen, so sehen wir, daß diese ziemlich im Einklang stehen. Denn wenn wir die dritte Aktivitätsstufe „Mittlere Aktivität“ bei einer Durchschnittemperatur von (19° C mit den einzelnen Sonnentemperaturzahlen 20°, 19°, 20° und 18° C Durchschnitt 19,7) der Tabelle 5 vergleichen, so sehen wir, daß diese Werte bezüglich des Verhaltens der Käfer fast ganz übereinstimmen.

Tabelle 5
Temperaturverhalten der Käfer im Freien

Datum	Tageszeit	Temperatur in °C		Wind	Verhalten der Käfer (kein Regen)
		Sonne[1]	Schatten		
12. 5.	6.20'	11	8	—	Käfer ruhig und bewegungslos auf der Unterseite der Blätter der am Rande des Feldes wachsenden Unkräuter
	7.20'	17	12	—	Laufen ohne zu fliegen
	7.50'	20	14	—	Beginnen zu fliegen
	9.00	26	20	—	Fliegen lebhaft
13. 5.	6.30'	17	14	—	Käfer bewegen sich und laufen immer auf der Blattunterseite der Unkräuter
	7.00	19	16	—	Beginnen zu fliegen
	8.30'	22	19	—	Fliegen mehr oder weniger lebhaft
	14.00	29	27	N Wind	Käfer fliegen nicht, sondern halten sich ruhig unter den Blättern der Unkräuter
14. 5.	6.30'	12	7	—	Käfer bewegungslos unter den Blättern der am Rande des Feldes wachsenden Unkräuter
	7.30'	19	10	—	Käfer laufen
	8.30'	22	12	—	Käfer fliegen
15. 5.	6.15'	12	8	—	Käfer bewegungslos unter den Blättern der Unkräuter
	7.00	19	10	—	Käfer laufen unter den Blättern und kommen allmählich auf die Oberfläche der Blätter, um sich der Sonne auszusetzen
	8.00	22	12	—	Käfer fliegen mehr oder weniger lebhaft
16. 5.	6.20'	12	7,5	—	Käfer halten sich ruhig unter den Blättern
	7.00	18	15	—	Käfer fangen an zu fliegen
	8.30'	23	16	—	Käfer fliegen lebhaft

[1]) Gemessen mit blankem Thermometer.

Denn in beiden Fällen zeigen die Käfer dasselbe Verhalten d. h. sie versuchen sie bzw. fangen an zu fliegen (siehe Entsprechende Aktivitätsstufe 4, S. 34).

Die zweite Aktivitätsstufe „sehr geringe Aktivität“ bei durchschnittlicher Temperatur 9,2° C, entspricht den Schattentemperaturzahlen 8°, 7°, 8°, und 7,5° C (Durchschnitt 7,6° C) der Tabelle 5. Denn bei diesen Temperaturen bleiben die Käfer im Freien ruhig unter den Blättern der Pflanzen sitzen, während die dementsprechend bei der etwas höheren für unsere Aktivitätsversuche oben angegebenen durchschnittliche Temperatur

von 9,2° C sich sehr langsam bewegen. Bei Temperaturen über 20° C endlich können die Käfer sowohl in unseren Aktivitätsversuchen, wie auch nach Beobachtungen im Freien (siehe Tabelle 5) schon richtig fliegen.

Bei Fortsetzung der Beobachtungen im Freien im nächsten Jahre (1938) in der Ebene von Argos hat sich herausgestellt, daß der größte Flug der Käfer für den Monat Mai während der Tageszeit zwischen 9 und 11^h vormittags und zwischen 16 und 17^h nachmittags stattfindet, für den Monat Juni mit höheren Temperaturen zwischen 7 und 10^h vormittags und 17 und 18^h nachmittags und im Juli mit noch höheren Temperaturen zwischen 6 und 10^h vormittags bzw. 17 und 19^h nachmittags.

Die Ergebnisse dieser letzten Beobachtungen bilden noch eine weitere Bestätigung der Ergebnisse unserer Laboratoriumsversuche, bei welchen, wie schon gesagt, festgestellt wurde, daß die Vorzugstemperatur zwischen 23° und 26° liegt und daß die Käfer sich beim Überschreiten dieser Grenzen unbehaglich fühlen, was man schon bei 29° C (Stufe der starken Aktivität) deutlich feststellen kann. Zum genaueren Vergleich sind in Tabelle 6 die durchschnittlichen Temperaturen für Argos in verschiedenen Tages- und Jahreszeiten nach unseren Beobachtungen 1938 zusammengestellt.

Die Durchschnittstemperatur in Argos im Mai beträgt nach Tabelle 6 um 8^h vormittags 21°, um 12^h 27°. Zählen wir noch die durchschnittliche Differenz zwischen Sonnen- und Schattentemperatur (z. B. Tabelle 5) von 5,5° C hinzu, so erhalten wir die durchschnittliche Sonnentemperatur von 26,5 für 8^h bzw. 32,5 für 12^h. Um die Vormittagsstunden 9—11 herrscht also im Mai, im Rahmen dieser rohen Schätzung, in der Sonne gerade etwa die Temperatur, die wir im Laboratorium als Vorzugstemperatur der Käfer bestimmt haben, und tatsächlich fliegen sie auch im Freien um diese Tagesstunden. Dasselbe gilt für die Zeit von $16—18^h$ nachmittags, wo (Tabelle 6) die Durchschnittstemperatur 22,5°, also in der Sonne 28° C beträgt. Die Temperatur ist also für den Flug an sich zusagend.

Nachmittags hören die Käfer aber schon auf zu fliegen, bevor ihnen die Temperatur ungünstig wird. Überhaupt sieht man die Käfer nachmittags nicht solange und zahlreich fliegen wie vormittags, denn sie beschäftigen sich vor allem mit der Eiablage und sind daher auf dem Boden unter den Pflanzen zu finden. Nur einige Käfer und zwar vorwiegend Männchen lassen sich auf den Blättern der Pflanzen oder fliegend sehen.

Bei Nacht fliegen oder fressen die Käfer selbst bei zusagenden Temperaturen nicht, sondern sie halten sich ruhig unter den Unterseiten der Blätter oder auf dem Boden in Erdrissen oder Steinen und Erdbrocken auf. Dies rührt von der positiv phototaktischen Eigenschaft des Käfers her. Fast genau so wie bei Nacht verhalten sich die Käfer beim Regen oder starkem Wind. Die Kopulation findet hauptsächlich in den Vormittagsstunden statt (siehe S. 42).

Bei Störungen durch Geräusche oder bei Annäherung werden die Käfer unruhig und versuchen schnell, sich unter der Blattunterseite zu verstecken oder, was meistens der Fall ist, blitzschnell davonzufliegen. Dazu versuchen sie meistens so schnell wie möglich an den Blattrand zu gelangen, um wegfliegen zu können. Wenn sie auf dem Boden sind, versuchen sie schnell, auf die Spitze einer erhabenen Stelle zu gelangen und müssen dann noch ihren Körper mit dem Gesicht gegen die Windrichtung stellen, denn sonst können sie nicht leicht fliegen. Wenn es ihnen endlich bei dauernder Störung nicht gelingt, davonzufliegen, so fallen sie auf den Boden und stellen sich tot, d. h. sie verfallen in einem Starrezustand, der gewöhnlich nicht lange dauert, und nach einigen Sekunden richten sich die Käfer wieder schnell und energisch auf und versuchen davonzufliegen oder sich unter Steine, Erdbrocken oder in Bodenrissen zu verstecken. Beim Starrezustand liegen die Käfer auf dem Rücken mit zusammengezogenen Beinen und gestreckten und der Brust anliegenden Fühlern

7. Zahlenverhältnis der Geschlechter

Über das Zahlenverhältnis der Geschlechter, das für das Vermehrungsvermögen der Käfer von Bedeutung ist, geben Husain und Shah für Indien an, daß die Käfer fast genau im Zahlenverhältnis 1 : 1 überwintern. Dieses Verhältnis bleibt nun nicht während der ganzen Flugperiode das gleiche, sondern es ändert sich kurz nach dem Überwintern durch das frühzeitige Sterben vieler ♂♂ Käfer zugunsten der ♀♀. Bei 3000 Käfern z. B., die von den Autoren während der ersten 15 Tage des April gefangen wurden, war das Verhältnis der ♂♂ zu den ♀♀ 1 : 6.

Diese Angaben stimmen mit den Ergebnissen unserer Beobachtungen, welche 1937 in der Ebene von Aghios Wassilios und im nächsten Jahre (1938) in der Ebene von Argos durchgeführt wurden, nicht überein.

Bei unseren ersten Fangproben im Jahre 1937 war das Verhältnis der ♂♂ zu den ♀♀ Käfern, wie aus der Tabelle 7 zu ersehen ist, von der ersten Zeit des Erscheinens der Käfer bis zur Zeit ihres Eingehens annähernd das gleiche, und zwar 1 : 1. Die Fangproben haben sich in den beiden erwähnten Jahren auch auf die frischen Käfer erstreckt. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 8 eingetragen. Aus dieser geht hervor, daß auch die frisch ausgeschlüpften Käfer beider Geschlechter von der Zeit ihres Auschlüpfens bis zu ihrem Rückzug zur Überwinterung in annähernd gleichem Zahlenverhältnis vorhanden sind.

Aus diesen Ergebnissen ziehen wir die Folgerung, daß die beiden Geschlechter der Käfer in gleicher Anzahl überwintern und daß dies Verhältnis auch nach der Überwinterung und während der ganzen Flugperiode der Käfer unverändert beibehalten wird. Hierzu ist für die griechischen Verhältnisse noch zu bemerken, daß nach unseren Laboratoriumsbeobachtungen das Absterben der ♂♂ Käfer gar nicht viel schneller erfolgt als das der ♀♀ Käfer.

Tabelle 6

Lufttemperatur im Schatten für das Jahr 1938

Datum	Mai				Juni				Juli				August				September			
	8h	12h	6h	Durchschnitt	8h	12h	6h	Durchschnitt	8h	12h	6h	Durchschnitt	8h	12h	6h	Durchschnitt	8h	12h	6h	Durchschnitt
1.	20,5	25,3	21,0	22,2	24,2	32,5	27,2	27,9	28,5	36,3	32,5	32,4	30,5	35,0	33,0	32,8	27,0	35,0	33,0	31,0
2.	22,2	26,0	20,0	22,7	24,8	32,1	27,0	27,9	29,0	28,5	33,5	33,6	31,2	35,8	33,9	33,6	25,5	33,5	30,0	23,6
3.	21,2	26,0	21,1	22,7	24,2	32,8	27,4	28,1	30,8	39,8	32,5	34,3	32,5	36,2	34,5	34,4	26,2	32,0	29,2	29,1
4.	22,5	25,5	20,0	22,6	24,3	32,5	27,0	27,9	30,5	38,9	32,5	33,9	31,2	36,8	34,6	34,2	25,0	33,0	29,5	29,1
5.	22,8	23,5	21,0	22,1	24,5	32,6	27,0	28,0	27,5	29,5	28,5	28,5	31,8	36,5	34,0	34,1	26,2	32,0	29,5	29,3
6.	21,0	25,0	25,0	22,1	24,1	32,5	27,5	28,0	27,5	36,5	29,5	31,1	30,2	34,2	32,0	32,1	26,5	32,0	28,5	29,0
7.	20,2	26,0	20,7	22,3	24,2	32,8	28,0	28,3	28,0	37,2	32,5	32,5	29,8	34,5	34,0	32,7	24,0	32,2	28,9	28,3
8.	23,0	26,0	22,5	23,8	26,5	33,2	28,9	29,5	30,2	36,8	34,5	33,8	28,5	33,2	32,0	31,2	24,5	32,0	27,8	28,2
9.	23,8	29,0	22,8	25,2	27,2	32,5	28,8	29,5	31,2	38,0	33,9	34,3	28,0	34,1	32,5	31,5	26,5	32,0	27,5	28,6
10.	19,0	22,0	21,2	20,7	26,3	32,4	28,5	29,0	32,5	39,8	36,5	36,2	27,8	33,8	30,1	30,5	26,0	32,5	30,5	29,6
11.	20,0	28,8	22,0	23,6	25,9	31,9	28,5	28,7	31,9	36,5	33,5	33,9	27,2	34,0	31,2	30,8	26,0	34,0	30,0	30,0
12.	19,3	29,2	22,0	23,5	24,5	31,0	28,2	27,9	31,5	37,5	33,8	34,2	28,0	36,4	32,1	32,1	26,0	33,5	28,5	29,3
13.	20,0	23,5	18,0	20,5	25,8	32,0	28,5	28,7	31,2	38,5	33,5	34,0	27,6	36,0	34,0	32,5	26,2	33,7	28,0	29,3
14.	16,2	20,5	18,2	18,2	26,9	33,0	28,8	29,5	32,0	39,5	36,8	36,1	30,0	37,2	33,5	33,5	21,0	26,0	24,5	23,8
15.	17,0	22,0	22,0	20,3	27,5	34,2	29,0	30,2	30,5	38,1	35,0	34,5	27,5	33,8	30,5	30,6	21,5	28,0	26,0	25,1
16.	19,0	24,5	20,0	21,1	27,8	34,2	29,0	30,3	30,0	37,2	34,5	33,2	27,8	33,5	31,0	30,7	21,5	20,0	21,5	21,0
17	19,2	27,8	26,2	24,4	27,5	33,9	24,2	28,5	29,8	36,5	32,9	33,0	27,6	34,3	29,5	30,4	20,0	25,2	23,5	22,9
18.	20,9	29,0	25,4	24,9	26,9	30,2	23,5	26,8	29,5	36,8	34,6	33,6	28,0	35,0	30,5	31,1	21,0	24,5	23,2	22,9
19.	22,2	28,0	23,5	23,9	25,0	29,8	24,5	26,4	29,5	32,3	30,5	30,7	28,5	35,2	32,0	31,9	20,0	25,0	22,5	21,6
20.	21,0	28,5	22,5	24,0	24,8	29,5	24,9	26,4	29,5	32,1	31,5	31,0	28,8	35,0	32,1	31,9	20,0	26,5	23,0	23,1
21.	19,0	23,5	24,0	22,1	25,2	29,9	26,5	27,2	24,5	30,2	31,5	28,7	29,0	33,1	32,0	31,3	20,2	26,5	22,5	23,0
22.	20,8	28,3	25,0	24,7	26,5	30,2	27,8	28,1	27,0	32,7	30,8	30,1	28,2	36,1	33,5	30,6	19,5	26,9	19,0	21,8
23.	20,9	28,5	24,9	24,7	26,8	31,5	28,7	29,0	28,5	35,0	31,1	31,5	28,5	35,5	33,0	32,3	18,0	22,5	20,0	20,1
24.	21,2	27,5	23,8	24,1	30,8	37,9	30,5	33,0	31,0	37,2	34,0	34,0	27,8	34,0	30,5	30,7	17,0	24,5	23,0	21,5
25.	20,8	28,0	22,5	23,7	31,2	38,5	31,5	33,7	31,5	37,4	32,5	33,8	27,0	31,2	29,9	29,3	20,0	21,0	19,0	20,0
26.	21,5	29,0	23,0	24,5	31,5	38,5	32,5	34,1	30,5	35,2	32,5	32,7	26,9	32,0	29,9	29,6	19,5	24,0	21,5	21,3
27.	21,9	29,3	23,2	24,8	31,5	36,9	34,2	34,2	30,2	34,0	32,0	32,0	26,5	33,5	30,0	29,8	19,0	25,0	21,5	21,8
28.	22,0	29,2	24,0	25,0	34,2	39,2	33,0	35,4	30,5	35,5	33,6	33,2	26,2	33,5	29,0	30,0	19,5	25,5	20,5	21,8
29.	21,5	29,2	23,5	24,7	33,5	37,8	30,5	33,9	30,8	35,5	34,0	33,4	26,5	32,8	29,0	29,4	18,0	25,0	21,5	21,5
30.	24,5	33,2	27,2	27,2	29,5	36,2	28,1	31,2	30,9	36,0	34,1	33,6	26,8	33,5	29,5	29,2	17,0	26,0	22,0	21,6
31.	24,8	32,9	27,0	27,0	—	—	—	31,9	31,7	35,5	33,5	33,5	27,2	35,5	29,5	30,7	—	—	—	—

Der merkliche Unterschied, der in den beiden ersten Fangproben des Jahres 1937 (siehe Tabelle 7) auftritt, und ebenso ein geringerer Unterschied zwischen verschiedenen Fangproben beider Jahre bei den überwinterten sowie auch bei den neuen Käfern zugunsten der ♂♂ Käfer dürfen unseren Freilandsbeobachtungen nach mit einem zufälligen Überwiegen der ♂♂ an einzelnen Stellen in Zusammenhang stehen. Denn wir konnten tatsächlich während unserer Freilandsbeobachtungen über das Geschlechterverhältnis der Käfer und über die Kopulation derselben ein stellenweise großes Überwiegen der ♂♂ Käfer feststellen, welches für uns im wesentlichen unerklärlich blieb. Jedoch könnten wir unter Vorbehalt die Erscheinung dadurch erklären, daß vielleicht bestimmte Überwinterungsstellen für das Überwintern der ♂♂ Käfer zusagender sind als andere und deshalb natürlich anlockend auf die ♂♂ wirken, so daß sie an diesen Stellen in größerer Anzahl überwintern als die ♀♀ Käfer. Bei solchen Fällen des örtlichen Überwiegens der ♂♂ Käfer haben wir sehr heftige Kämpfe festgestellt zwischen vier und mehr, sogar bis zu acht ♂♂ Käfer, die um die Eroberung eines Weibchens stritten.

Tabelle 7

Zahlenverhältnis der Geschlechter bei überwinterten Käfern

Datum	Gefangene Käfer insgesamt	♂♂	♀♀	Verhältnis ♂♂ : ♀♀
12. 5. 1937	112	94	18	5,2 : 1,0
20. 5. 1937	214	167	47	3.5 : 1,0
31. 5. 1937	137	67	70	1,0 : 1,0
7. 6. 1937	188	88	100	1,0 : 1,1
19. 6. 1937	194	95	99	1,0 : 1,0
28. 6. 1937	233	142	91	1.6 : 1,0
4. 7. 1937	141	82	59	1,4 : 1,0
13. 7. 1937	110	65	45	1,4 : 1,0
30. 4. 1938	85	28	57	1,0 : 2,0
12. 5. 1938	127	68	59	1,2 : 1,0
17. 5. 1938	137	67	70	1,0 : 1,0
21. 5. 1938	128	74	54	1,4 : 1,0
26. 5. 1938	105	38	67	1,0 : 1,8
1. 6. 1938	177	70	107	1,0 : 1,5
9. 6. 1938	159	78	81	1,0 : 1,0
14. 6. 1938	132	70	62	1,1 : 1,0
20. 6. 1938	164	96	68	1,4 : 1,0
27. 6. 1938	111	52	59	1,0 : 1,1
5. 7. 1938	110	60	50	1,2 : 1,0
12. 7. 1938	120	58	62	1,0 : 1,0

8. Kopulation

Nach unseren zweijährigen Freilandsbeobachtungen über die Zeit des Beginns der Kopulation bei den überwinternten Käfern nach dem Verlassen

Tabelle 8

Zahlenverhältnis der Geschlechter bei frischen Käfern

Datum	Gefangene Käfer insgesamt	♂♂	♀♀	Verhältnis ♂♂ : ♀♀
1. 8. 1937	37	18	19	1,0 : 1,0
3. 8. 1937	104	63	41	1,5 : 1,0
5. 8. 1937	40	22	18	1,2 : 1,0
10. 8. 1937	74	38	36	1,0 : 1,0
14. 8. 1937	32	17	15	1,0 : 1,0
17. 8. 1937	53	27	26	1,0 : 1,0
12. 8. 1938	106	61	45	1,4 : 1,0
17. 8. 1938	129	69	60	1,1 : 1,0
25. 8. 1938	155	75	8	1,0 : 1,0
2. 9. 1938	163	90	73	1,2 : 1,0
9. 9. 1938	136	74	62	1,2 : 1,0
17. 9. 1938	110	54	56	1,0 : 1,0
26. 9. 1938	128	66	62	1,0 : 1,0
6. 10. 1938	111	57	54	1,0 : 1,0

ihrer Winterquartiere hat sich herausgestellt, daß die Kopulation schon 8—10 Tage nach dem ersten Auftreten der Käfer auf den Zuckermelonenpflanzen beginnt.

Im Jahre 1937 haben wir in der Ebene von Aghios Wassilios die ersten kopulierenden Käfer am 8. Mai und im nächsten Jahr (1938) in der Ebene von Argos am 11. Mai angetroffen. Ihren Höchststand erreichte die Kopulation in den beiden Beobachtungsjahren um den 20.—25. Mai. Die letzten kopulierenden Käfer haben wir im Freien Ende August getroffen. Im Laboratorium konnten wir dagegen bis Ende September noch Kopulationen bei den Käfern feststellen.

Die Kopulation findet vorwiegend in der Vormittagszeit und bei einer Sonnentemperatur über 19° C statt. In der Mittags- und Nachmittagszeit findet man sehr wenige Paare in Kopulationstellung, wobei die meisten davon schon seit den Vormittagsstunden andauernd kopulieren.

Ob ein Weibchen im Freien mehrmals begattet wird, können wir nicht mit Sicherheit sagen. Da man aber die Käfer im Freien sehr oft in Kopulation findet und da die in Gefangenschaft gehaltenen Käferpaare viele Male kopulierten, so können wir mit großer Wahrscheinlichkeit annehmen, daß das auch im Freien der Fall ist.

Weiter ist es unseren Beobachtungen nach nicht notwendig, daß alle Eier besamt werden. So haben verschiedene Weibchen unserer Laboratoriumszuchten nach Absterben der Männchen noch lange Zeit weitergelebt und währenddessen viele Eier abgelegt, die entwicklungsfähig waren. Hierzu haben wir auch über folgende Versuche zu berichten:

Am 16. Mai 1938 wurden 10 Käferpaare in Kopulation gefangen und in ein Zuchtgefäß gesetzt. Einen Tag später und nach Beendigung der Kopulation wurden die männlichen Käfer herausgenommen und die Weibchen zu je 5 Stück in 2 Zuchtgefäße gesetzt. Diese 10 Weibchen, die nur einmal kopuliert hatten, haben bis zum 5. August desselben Jahres im ganzen 258 Eier abgelegt. Diese Eizahl, die je Weibchen 25,8 entspricht, ist im Vergleich zu den Eizahlen, die von den weiblichen Käfern abgelegt wurden, die längere Zeit in Gesellschaft von Männchen lebten und viele Male kopulierten, sehr klein, und der Hauptgrund dafür ist das frühzeitige Sterben der Käfer.

Um genauer festzustellen, ob das Geschlechtsleben des Käfers eine Einwirkung auf seine Lebensdauer hat, haben wir besondere Versuche angestellt, die jedoch leider frühzeitig abgebrochen werden mußten.

Der Vorgang der Kopulation verläuft folgendermaßen. Das Männchen sucht das Weibchen, und sobald es ihm gelungen ist, dasselbe gefügig zu machen, besteigt es durch eine schnelle Bewegung dessen Rücken von hinten und hält es mit seinen vorderern und mittleren Beinen seitlich fest, während das dritte Beinpaar sich rückwärts auf den Boden stützt. Das Männchen liegt nicht mit seinem ganzen Körper auf dem Weibchen, sondern die beiden Körper bilden einen Winkel von 30°. Außer dieser häufigsten Kopulationsstellung, die als normal anzusehen ist, gibt es noch eine abnorme, die hauptsächlich im Spätsommer und nach dem Ablauf der Hauptkopulationsperiode bei den kopulierenden Käfern anzutreffen ist. Bei dieser Kopulationsstellung (Abb. 16) liegt das Männchen überhaupt nicht auf dem Weibchen, sondern nur sein Hinterleibsende wird dem Hinterleibsende des Weibchens angeschmiegt, so daß die zwei Insektenkörper fast einen rechten Winkel bilden. Bei dieser Kopulationsstellung sind alle drei Beinpaare des Männchens angezogen oder auch nur die zwei ersten, während das dritte sich, wie auch bei der zuvor beschriebenen Kopulationsstellung, rückwärts auf den Boden stützt.



Abb. 16. Abnorme Kopulationsstellung

Während der Kopulationsdauer verharren beide Käfer bewegungslos, und nur ihre Fühler bewegen sich. Bei Störungen zieht das Männchen alle seine Beine und Fühler zusammen, während das Weibchen unruhig umherläuft und sich bemüht, das Männchen los zu werden. Das gelingt übrigens sehr leicht, denn das Männchen bemüht sich überhaupt nicht, sich auf dem Weibchen zu halten, sondern bleibt mit zusammengezogenen Beinen und Fühlern bewegungslos und läßt sich vom Weibchen umhertragen. Wenn endlich die Käfer sich getrennt haben, bemühen sie sich, so schnell wie möglich davonzufliegen oder sich zu verstecken.

Die Kopulation dauert unseren Beobachtungen nach 6—128 Stunden. Nach HUSAIN und SHAH dauert sie 5—75 Stunden und wird bei demselben Weibchen wiederholt.

9. Die Eiablage

In unseren Laboratoriumszuchten wurden die Eier meistens an dem nassen Stiel der zur Fütterung in mit Wasser gefüllte Fläschchen gestreckten Zuckermelonenblätter abgelegt. Dazu haben die Tiere ihren Körper halb oder ganz in das Fläschchen hineingesteckt und ihre Eier an dem durch das kapillar aufgestiegene wasserbenetzten Blattstielteil abgelegt. Auf die Blattflächen, in die Zuchtgefäße selbst, an ihre Wände und an ihre aus Drahtnetz bestehenden Deckel haben die Käfer sehr wenige Eier abgelegt.

Die Eier werden, wie schon gesagt, einzeln, in Paaren, Ketten oder Haufen abgelegt.

Was die Eiablagestellen im Freien anbetrifft, so stimmen unsere Freilandsbeobachtungen mit denjenigen von HUSAIN und SHAH überein, nach welchen die Eier auf nassem Boden rings um die Basis der Pflanzen, in Bodenrissen oder unter Erdhäufchen und in der Regel an schattigen Stellen abgelegt werden. Bei unseren Beobachtungen haben wir die Eier in verschiedenen Abständen von der Pflanzenbasis gefunden. Als größten Abstand haben wir 18 cm gefunden. Sie lagen in einer Tiefe bis zu 2 cm und noch mehr. Sie befanden sich in Bodenrissen oder unter nassem Erdbrocken oder in Löchern, die die weiblichen Käfer, wie wir sehr oft beobachteten, gemacht hatten. Einfach auf dem Boden liegend oder auf der Blattfläche der Zuckermelonenpflanzen haben wir im Freien niemals Eier gefunden.

Die Angabe von HUSAIN und SHAH, daß die Käfer ihre Eier bei Nacht ablegen, stimmt mit unseren Beobachtungen im Laboratorium sowie auch im Freien nicht überein. Selbst bei Nachttemperaturen, die für die Aktivität der Käfer und ihre Eiablage zusagend sind, halten sich die Käfer in ihren Nachtquartieren geschützt auf (siehe S. 38).

Nach unseren Beobachtungen legen die Käfer ihre Eier nur bei Tag und hauptsächlich in der Nachmittags-, weniger in der Vormittags- und Mittagszeit.

Zu diesen Tageszeiten der Eiablage sieht man die weiblichen Käfer mit geschwollenem Hinterleib unter den Pflanzen schwerfällig herumlaufen. Sie besuchen die verschiedenen Bodenrisse, kommen auch unter nasse Erdbrocken und suchen die passende Stelle für ihre Eiablage aus. Sobald sie gefunden ist, beginnen die Käfer gleich mit der Eiablage. Das Ei wird durch den Ovipositor herausgeschoben und mit demselben durch einen leichten Druck auf die Unterlage vorsichtig befestigt. Das Tier setzt die Eiablage fort, ohne seinen Platz wesentlich zu ändern, indem es leichte Drehungen des Körpers um seine Senkrechte ausführt. Die Eier werden

in der Regel hintereinander ohne Unterbrechung abgelegt. Von unseren Tieren im Laboratorium legte ein Weibchen 20 Eier hintereinander binnen einer halben Stunde. Ein zweites Tier legte 71 Eier binnen 11 Minuten und ein drittes 20 Eier binnen 3 Minuten, das ist in beiden Fällen im Durchschnitt alle 9 Sekunden ein Ei. Natürlich sind die Abstände zwischen den einzelnen Eiern nicht gleichmäßig, so daß manchmal die Eier wie z. B. bei dem Falle der höchsten Legeerregung, in noch sehr viel kürzerer Folge abgelegt werden.

Die Paar-, Haufen- und Ketteneiablageform, von der wir schon oben wiederholt sprachen, kommt dadurch zustande, daß das Weibchen mit seinem Ovipositor und ohne besondere Bemühungen jedes Ei einzeln an der Seite des vorhergehenden oder darauf sehr geschickt durch den Ovipositor mit einem leichten Druck befestigt.

Im Freien legen die Käfer ihre Eier einzeln oder paarweise und seltener haufen- oder kettenweise. In den Zuchtgefäßen dagegen werden die Eier haufen- oder kettenweise und nur auf dem nassen Blattstiel der zur Fütterung dienenden Zuckermelonenblätter hauptsächlich einzeln oder paarweise und sehr selten in den anderen erwähnten Formen abgelegt.

Nach diesen Beobachtungen legen die Käfer ihre Eier auf nasser und daher für ihre Entwicklung günstiger Unterlage meistens einzeln oder paarweise ab, auf trockenerer und daher für ihre Entwicklung weniger zusagender Unterlage dagegen in Ketten oder in Haufen. Dies hat uns zu der Schlußfolgerung gebracht, daß das Ablegen der Eier in Ketten oder in Haufen den Zweck hat, sie vor der Austrocknung möglichst zu schützen. Die Trockenheit wirkt nämlich auf die Eier, wie wir noch weiter sehen werden, sehr schädlich. Deshalb legen die Käfer auf trockenen Unterlagen (wie z. B. trockener Erde) überhaupt kein Ei oder nur sehr wenige.

Die Eier werden in der Regel auf ihrer Unterlage, wie schon auf S. 17 erwähnt wurde, mit einem Klebstoff befestigt. In unseren Zuchten im Laboratorium aber haben wir außer diesen angehefteten Eiern (Hefteiern) auch lose Eier gefunden, von deren Aussehen und ihrer Entstehung wir auch schon auf S. 17 ausführlich sprachen.

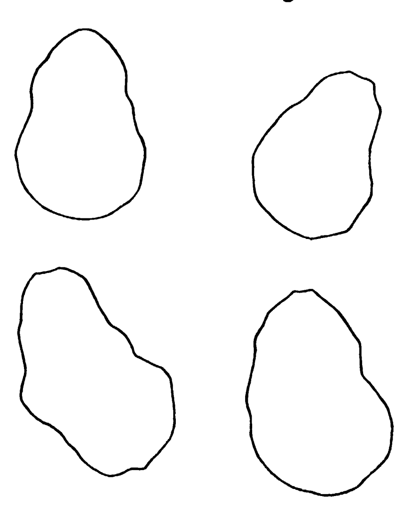


Abb. 17a—d. Formenumrisse der von den sterbenden Weibchen abgelegten Eier

Nun werden wir uns mit der Ketteneiablage d. h. mit den Arten der Eiketten und ihrer Entstehung überhaupt etwas ausführlicher befassen.

In unseren Zuchten haben wir zwei Arten von Eiketten gefunden. Die erste Eikettenart war z. B. kurz unter der Unterlage anliegend und bestand



Abb. 18. Sterbendes Weibchen, eierlegend

aus Eiern, die hintereinander aufgereiht und jeweils an das nächste mit dem durch den Druck des Ovipositors beim Absetzen abgeflachten Pol angeklebt waren. Dementsprechend haben die Eier solcher Eiketten fast zylindrische Form und sind dabei fast genau so lang wie breit (siehe Abb. 8f). Sehr oft gehen die Ketten erwähnter Art von Eihaufen aus wie Abb. 8g zeigt, oder sie weisen kleine Verästelungen auf.

Die zweite Art von Eiketten ist gewönlich viel länger und besteht aus 15—40 Eiern, die ebenfalls hintereinander aufgereiht sind. Sie sind an ihren beiden Polen nicht so abgeflacht und zylindrisch wie bei der ersten Art, sondern sie sind birnenförmig wie Abb. 17a—d zeigt und länger als breit. Diese Eikettenart ist meistens nicht gerade und liegt ihrer Unterlage nicht ganz an, sondern sie ist zickzackförmig oder spiralisch.

Was nun die Entstehung dieser beiden Kettenarten anbelangt, so ist sie, wie wir gleich sehen werden, verschieden. Die erste Kettenart entsteht in der gleichen Weise wie die Eipaare und Eihaufen durch geschicktes Nebeneinanderkleben der Eier (S. 46).

Die zweite Eikettenart hat dagegen eine ganz andere Genese. Sie verdankt ihre Entstehung der Legenot eines Weibchens. Über derartige Eiketten wird sehr oft in der Literatur gesprochen. So berichtet HASE (1928) über das Vorkommen von Eiketten der Mehlmotte, HAMLIN, REED und PHILIPPS (1921) über Eiketten von *Plodia*. Endlich berichten LEHMENSICK und LIEBERS (1938) über Eiketten von den Mikrolepidopteren: *Pyralis farinalis*, *Aphomia gularis* und *Ephestia elutella*. Letztgenannte Autoren geben weiter darüber an, daß sie keinen Fall in ihren Zuchten hatten, wo derartige Eier zum Schlüpfen kamen. Sie zogen daher die Schlußfolgerung, daß die Ketteneier („Rosenkranzeier") wie sie sie nennen, der oben genannten Lepidopteren unbefruchtet sind. Sie stammen aus unbegatteten Tieren, die ihren unbefruchteten überfälligen Eivorrat durch einen Ablegestoß loswerden wollen. Ähnliches berichtet nach LEHMENSICK und LIEBERS (1938) auch NORRIS (1932). Sie schreibt u. a. daß die unfruchtbaren Ketteneier bei jungfräulichen unbefruchteten Weibchen kurz vor dem Tode durch den rein mechanischen Druck der in den Ovarien und Ovidukten angehäuften reifen Eier nach außen gepreßt werden. Nach LEHMENSICK und LIEBERS

(1938) geschieht dies in der Agonie des Todes. So sieht man sehr oft Eier aus dem Ovipositor toter Weibchen herausragen. Diese Ketteneier kommen in den meisten Fällen nicht zur Entwicklung.

Die oben erwähnten Angaben, nach welchen die Ketteneier der zweiten Art in der Agonie des Todes abgelegt werden, stimmen mit unseren Beobachtungen in *A. abdominalis* ganz überein. Fast 60% der weiblichen Käfer, die eines unnatürlichen, frühzeitigen Todes sterben mußten, hatten Noteiablagen gehabt. Die sterbenden Weibchen lagen, wie Abb. 18 zeigt, auf dem Rücken und legten ihre Eier durch krampfhafte Zuckungen, durch welche die so abgestoßenen Eier verunstaltet wurden und statt der normalen eine birnenartige mit Ausbuchtungen versehene Form annahmen. Die Abstände zwischen der Ablage der einzelnen Eier waren viel länger als bei der normalen Ablage. So legt ein im Sterben liegendes Weibchen 20 Eier in Kettenform binnen 35 Minuten und starb danach. Ein anderes stieß 70 Eier in $2^1/_2$ Stunden ab. Ob diese in der Todesagonie eierlegenden Weibchen unbegattet waren oder nicht, konnten wir nicht feststellen. Das eine ist aber mit Sicherheit festgestellt worden, daß diese Eier, die die gleiche Farbe und Schalenstruktur wie normale Eier hatten und nur in der Form abwichen, in keinem Fall unserer Versuche zur Entwicklung kamen.

a) Dauer der Voreiablage- und Eiablageperiode: Wie es bei verschiedenen Insekten der Fall ist, so liegt auch bei *A. abdominalis* zwischen der Kopulationszeit und dem Beginn der Eiablage ein bestimmter Zeitraum, der als Präovipositionszeit bekannt ist. Die Dauer dieses Zeitraums hängt nach Lehmensick und Liebers (1938) für *Plodia interpunctella* vom Alter des Tieres bei der Begattung ab.

Bei *A. abdominalis* haben wir festgestellt, daß sie von der Temperatur abhängig ist. Je höher die Temperatur während der Zeit, die nach der Kopulation folgt, desto kürzer ist die Präovipositionszeit und umgekehrt. Für das Jahr 1939 haben wir als kürzeste Präovipositionszeit 9 Tage, als längste 18 und als Mittel 12,5 Tage gefunden. Die Temperatur während der Beobachtungszeit schwankte zwischen 18,2° und 27,2° und betrug durchschnittlich 23,6° C. Im Jahre 1939 war dagegen bei niedrigerer Temperatur, welche zwischen 18,4° C und 22,4° durchschnittlich bei 21,5° lag, die Präovipositionszeit länger d. h. die kürzeste war 14 Tage, die längste 35 Tage und das Mittel 22,7 Tage. Die Käfer, die zu den genannten Versuchen benutzt wurden, waren aus überwinterten Käfern entnommen, die sehr früh aus ihren Winterquartieren herausgeholt und unter Beobachtung gestellt wurden, bis sie zum ersten Male kopulierten und bis sie auch mit der Eiablage begannen.

Nach dem oben Gesagten muß der Unterschied zwischen der von Husain und Shah angegebenen Präovipositionszeit von 9 Tagen für Indien und der von uns oben erwähnten für griechische Verhältnisse unserer Anschauung nach auf klimatische Gründe zurückgeführt werden.

Bei der Durchführung der Versuche hat sich bezüglich der Schwankungen der Präovipositionszeit herausgestellt, daß sie individuell bedingt sind und es infolgedessen nicht möglich ist, eine zahlenmäßige Beziehung herzustellen.

Aus den im untenstehenden Kapitel 10 „Vermehrungsvermögen" erwähnten Einzelzuchten die im Jahre 1937 und 1938 angestellt wurden, ging auch hervor, daß die Eiablage von *A. abdominalis* von Mitte Mai bis Ende August dauert.

b) Verlauf der Eiablageperiode: Die Hauptablageperiode liegt unseren zweijährigen Beobachtungen nach in der Zeit vom Anfang Juni bis Mitte Juli. Von dieser Zeit ab geht die Eiproduktion sehr stark zurück. Im Juli ist im allgemeinen die Eiablage im wesentlichen beendet. Die Anzahl der im August abgelegten Eier spielt praktisch für Griechenland bei den herrschenden Kulturmethoden keine Rolle, da sie einerseits sehr klein und andererseits, was das Wichtigste ist, die aus diesen Eiern ausschlüpfenden Larven zugrunde gehen, da ihnen die Zeit bis zum Aufhören der Bewässerung und Abräumen der Zuckermelonenpflanzen von den Feldern nicht genügt, um zur vollen Entwicklung zu kommen. Ganz entgegengesetzt liegt aber die Sache für Indien. Dort kann der Schädling, wie HUSAIN und SHAH angeben, auch im Larvenzustand überwintern. Daher gehen die aus den letzten Eiern stammenden Larven nicht zugrunde, sondern sie überwintern, und aus ihnen kommen im Frühjahr die fertigen Käfer heraus, die ihre Eier in die Zuckermelonenpflanzen der neuen Kulturen legen.

10. Vermehrungsvermögen

Bei den im Jahre 1937 durchgeführten 10 Einzelzuchten (Käferpaaren) sind in 3 Zuchten die Weibchen sehr früh (kurz nach Ansetzen der Versuche) abgestorben, und in einer vierten ist das Weibchen entflohen Diese 4 Zuchten sind bei der Berechnung der durchschnittlichen Eiproduktion nicht berücksichtigt.

Über die Anzahl der von einem ♀ abgelegten Eier geht näheres aus Tabelle 9 hervor, die auch den Durchschnitt der je ♀ abgelegten Eier angibt.

Die gesamte Eiproduktion im Jahre 1937 beträgt für die ganze Eiablageperiode 839 Eier, d. i. im Durchschnitt 140 Eier je Einzelzucht, und das entspricht 0,5 Eiern je Tag und Weibchen im Durchschnitt.

Vereinzelt wurden, wie aus genannter Tabelle zu ersehen ist, auch größere Eimengen produziert. Die drei produktivsten Zuchten ergaben je Weibchen 187, 208 und 259 Eier. Diese Zahlen liegen natürlich viel höher als die Durchschnittszahl der Eiproduktion von 140.

Unter den im Jahre 1938 angesetzten 10 Einzelzuchten sind ebenfalls 3, bei welchen der eine oder der andere Partner sehr früh einging. Deshalb

Tabelle 9

Eiproduktion im Jahre 1937 und 1938

Zuchtnummer	Anzahl der abgelegten Eier	Eiablageperiode in Tagen	Abgelegte Eier durchschnittlich je Tag und ♀
1937 1	108	55	2.0
2	187	72	2,5
4	19	26	0,7
5	58	8	7,2
7	208	65	3,2
10	259	61	4,1
1938 2	298	70	4,3
3	697	80	8,7
5	540	104	5.2
6	212	70	3,0
7	172	46	3,8
9	80	44	1,8
10	210	111	1,9

sind diese drei Zuchten bei der Berechnung der durchschnittlichen Eiproduktion wieder nicht berücksichtigt.

Die Anzahl der von einem Weibchen abgelegten Eier sowie der Durchschnitt der je Tag und Weibchen abgelegten Eier geht aus der Tabelle 9 Jahr 1938 hervor.

Die gesamte Eiproduktion beträgt während der ganzen Eiablageperiode 2209 Eier, d. i. 315,6 Eier für jedes Weibchen im Durchschnitt, was 0,6 Eier je Tag und Weibchen bedeutet.

Vereinzelt wurden auch im Jahre 1938, wie aus Tabelle 9 ersichtlich wird, wesentlich größere Eimengen produziert. Die zwei produktivsten Weibchen legten 697 bzw. 540 Eier. Diese letztgenannten Eizahlen liegen viel höher nicht nur als die Durchschnittseizahl 315 für das Jahr 1938, sondern auch als die Zahl 295, welche von Husain und Shah als die Zahl der größten Eiproduktion des Käfers in Indien angegeben wird.

Der Unterschied zwischen den Eiproduktionen der Jahre 1937 und 1938 dürfte mit dem Temperaturunterschied in Zusammenhang stehen. Denn die Tagesmitteltemperatur im Jahre 1938 lag während der Hauptablageperiode viel höher als die Temperatur der entsprechenden Periode des Jahres 1937.

Was die Eiproduktion des Käfers im Freien und unter natürlichen Verhältnissen anbetrifft, so kann dieselbe vielleicht höher liegen, als die angegebenen Zahlen der Eiproduktion in der Gefangenschaft. Auf jeden Fall scheint der Käfer sehr produktiv zu sein.

II. Einfluß der Umweltfaktoren und chemischen Mittel auf die Eier

a) Einfluß der Sonnenhitze, Trockenheit und Feuchtigkeit: In der vorliegenden Arbeit ist festgestellt worden, daß *A. abdominalis* nur als Imago überwintert und daß seine übrigen Entwicklungsstadien hauptsächlich im Frühjahr und Sommer unter Umständen, obschon in geringerem Maße, auch im Herbst anzutreffen sind. Aus diesem Grund haben wir bei unseren Versuchen über die Einwirkung der Umweltfaktoren auf die Eier es vom praktischen Standpunkt aus für zweckmäßig gehalten, in erster Linie die Einwirkung der Faktoren Hitze, Trockenheit bzw. Feuchtigkeit zu untersuchen. Den Faktor Kälte dagegen, der während der Hauptentwicklungszeit des Schädlings im Frühjahr und Sommer nicht auftritt, wenigstens nicht in schädlichem Grade, haben wir unberücksichtigt gelassen. Dabei hat sich folgendes herausgestellt.

Die Eier von *A. abdominalis* sind gegen Hitze und Trockenheit sehr empfindlich. Das Verweilen der Eier in der Sonne oder in trockener Luft selbst für kurze Zeit beeinflußt ihre Entwicklungsfähigkeit ungünstig. Ja, sie wird sogar unter Umständen, d. h. bei längerem Verweilen auf Null herabgesetzt. Eier, die bei unseren Versuchen über 6 Stunden trockener Zimmerluft ausgesetzt wurden, entwickelten sich nicht. Es ist möglich, daß die geringste schädliche Zeitdauer für trockene Luft noch kürzer ist, denn wir haben erst mit 6 Stunden angefangen. Halbstündiges Verweilen der Eier an der Sonne während der Mittagszeit war dagegen ausreichend, um die Eier entwicklungsunfähig zu machen.

Was die Einwirkung übermäßiger Feuchtigkeit anbelangt, so haben wir festgestellt, daß sie zwar im Übermaß angewandt auf die Eier schädlich einwirkt, doch setzt sie in unseren Versuchen die Entwicklungsfähigkeit derselben unter keinen Umständen bis auf Null herab, wie es entsprechende Versuche von HUSAIN und SHAH (1926) zeigten. Wiederholte Versuche von uns haben sogar gezeigt, daß die Eier von *A. abdominalis* sich auch unter Wasser bis zu 20% entwickeln können.

So ist aus 5 Eiern, die am 3. Juli 1938 ins Wasser gelegt und unter Wasser gehalten wurden, am 14. Juli, d. h. nach 12 Tagen, eine normale Larve herausgeschlüpft, die sich nach dem Herausnehmen bis zum fertigen Käfer entwickelte.

Am 16. Juli 1938 wurde ein neuer derartiger Versuch mit 30 Eiern angestellt. Am 28. Juli 1938 schlüpften 3 Larven und am 30. Juli noch 1 Larve. Die vier ausgeschlüpften Larven entwickelten sich zu fertigen normalen Käfern.

Die Frage, woher die Embryonen der unter Wasser liegenden Eier den zur Atmung nötigen Sauerstoff erhalten haben, wird unserer Meinung nach dahin zu beantworten sein, daß sie den im Wasser aufgelösten Sauerstoff aufnehmen können.

Ungünstiger als übermäßige Feuchtigkeit und Trockenheit werden die Eier durch den Wechsel der zwei letztgenannten Faktoren, d. h. der

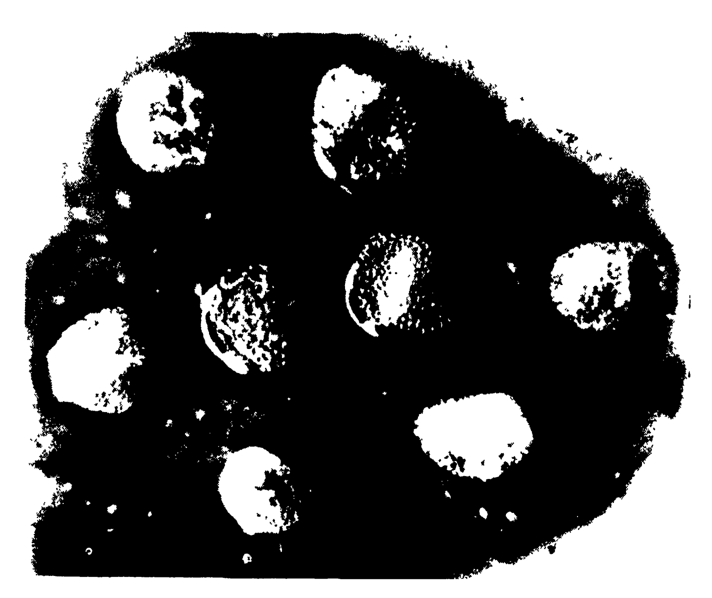


Abb. 19. Ins Wasser getauchte und zusammengefallene Eier

Trockenheit und übermäßigen Feuchtigkeit geschädigt, und zwar besonders dann, wenn die Trockenheit nach der Feuchtigkeit folgt, selbst für sehr kurze Zeit (3—5 Minuten lang). Die Hauptrolle dabei spielen, wie wir sogleich sehen werden, die physikalischen Eigenschaften der Eischale, von denen wir schon auf S. 19 sprachen.

Wenn z. B. normale gutgeformte Eier nur momentan ins Wasser eingetaucht werden, werden sie blitzschnell weich, verlieren ihre Form und fallen zusammen (Abb. 19). Aus dem Wasser herausgenommen und auf mäßig feuchte oder trockene Unterlage gelegt, erlangen sie schnell ihre ursprüngliche Form wieder, und ihre Schale wird wie vorher hart und elastisch (Abb. 20). Diese Erscheinung läßt sich folgendermaßen erklären. Beim Eintauchen der Eier ins Wasser oder Auflegen derselben auf eine übermäßig nasse Unterlage quillt die Eischale durch Wasseraufnahme auf, und ihre Oberfläche

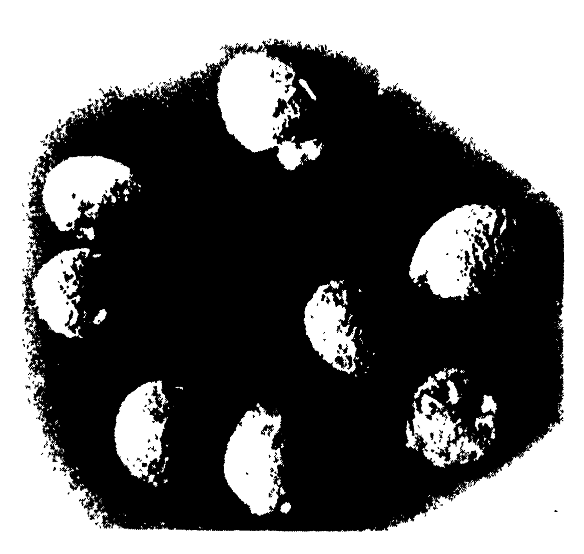


Abb. 20. Aus dem Wasser herausgenommene Eier, die ihre ursprüngliche normale Form erlangten

wird natürlich größer. Sie verliert dabei ihre Spannung und fällt daher zusammen. Beim Herausnehmen der Eier aus dem Wasser gibt sie das aufgenommene Wasser wieder schnell ab und erlangt wieder ihre ursprüngliche Spannung und Größe, ohne dabei irgendwelchen Schaden zu erleiden.

Ganz anders aber verhalten sich die Eier, die längere Zeit (über $^1/_2$ Stunde) unter Wasser oder gar auf einer nassen Unterlage gelegen sind. Solche Eier erlangen beim Herausnehmen aus dem Wasser ihre ursprüngliche Form wie gewöhnlich, werden aber dabei prall und platzen ausnahmslos auf und zwar so heftig, daß die meisten davon von ihrem Platz wegspringen. Diese zweite Erscheinung ist wie folgt zu erklären. Bei längerem Liegen der Eier unter Wasser oder auf einer nassen Unterlage diffundiert Wasser ins Innere der Eier ein, wodurch das Eivolumen sich vergrößert. Es kann nun von der Eischale nach ihrer ursprünglichen Flächengröße nicht mehr umhüllt werden, und infolgedessen springt das Ei auf. Aus den aufgesprungenen Eiern kommt eine wässeriggelbliche Flüssigkeit heraus, die ein Gemisch von Wasser und Eimasse darstellt. Die ausgetretene Eimasse trocknet sehr schnell und schließt ihre Austrittsöffnung so fest, daß bei Wiederholung des Vorgangs das Ei nicht mehr an derselben Stelle aufplatzt, sondern an einer anderen. Aufgesprungene Eier sind nicht entwicklungsfähig. Beim noch längerem Liegen der Eier unter Wasser endlich (über 1 Tag) erlangen sie schon unter demselben ihre ursprüngliche Form wieder, wobei sie, wie schon gesagt, größer werden (siehe Tabelle 3). Diese dritte Erscheinung läßt sich dadurch erklären, daß bei längerem Liegen der Eier unter Wasser soviel Wasser ins Innere diffundiert, daß es den ganzen durch die Vergrößerung entstandenen leeren Raum füllt. Das eindiffundierte Wasser verdünnt dabei einen Teil der Eimasse, der als eine hellere Schicht um die übrige innere Eimasse herum liegt. Aus dem Wasser herausgenommen, platzen derartige Eier ebenfalls auf und lassen eine dünne hellgelbe Flüssigkeit austreten.

Der praktische Wert, den diese letztgenannten Erscheinungen haben, liegt darin, daß sie im Freien auf dem Felde, wo die Feuchtigkeitsbedingungen immer wechseln und auch Trockenperioden, wenn auch nur für sehr kurze Zeit (stundenlang), folgen, die Entwicklung der Eier ungünstig beeinflussen. Deshalb ist Wechsel von Feuchtigkeit und Trockenheit zu den Faktoren (ebenso Hitze und Trockenheit) zu rechnen, die dazu beitragen, den Schädling möglichst im Schach zu halten.

b.) Einfluß chemischer Mittel: Zu unseren Versuchen verwandten wir das von der Firma S. A. Héllènique de Produits et Engrais Chimiques hergestellte Spezialpräparat „Dendroxal“, welches ein Benetzungsmittel ist und in Griechenland zur Bekämpfung der Schildläuse dient, und das ebenfalls von der oben erwähnten Firma hergestelle Spezialpräparat „Hygra Meligrini“, ein Berührungsgift, welches in Grichenland zur Bekämpfung der Blattläuse von den Landwirten weitgehend benutzt wird.

Bei den Versuchen wurden die Eier in eine 5%-, 8%- und 12prozent. Dendroxallösung einfach hineingetaucht und auf Entwicklung beobachtet.

Bei einem Versuch, der z. B. am 29. Juni 1938 angesetzt wurde, sind am 11. Juli 1938 aus den 15 Kontrolleiern, die nur mit reinem Wasser behandelt wurden, 6 Larven und am nächsten Tage noch 5, d. h. insgesamt 11 Larven ausgeschlüpft. Aus den behandelten Eiern des Versuches dagegen ist überhaupt bei keiner Lösung eine einzige Larve ausgeschlüpft. Der Versuch ist mit den gleichen Resultaten wiederholt worden.

Ähnliche Versuche wurden mit 3‰ „Hygra Meligrini" gemacht, und zwar mit denselben befriedigenden Ergebnissen.

Zusammenfassend ist zu sagen, daß die Eier von *A. abdominalis* gegen Benetzungs- und Berührungsgifte sehr empfindlich sind. Dabei spielt natürlich die Permeabilität ihrer Hülle eine große Rolle, die die flüssigen Stoffe im Inneren des Eies leicht eindiffundieren läßt.

B. Die Larve

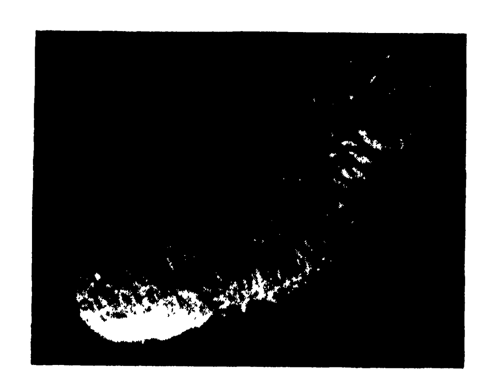
Die Larven leben im Boden und unter gewissen Umständen, von denen wir weiter unten sprechen werden, auch auf der Bodenoberfläche, nie aber auf den oberirdischen und in die Luft ragenden oder auf trockenen Unterlagen liegenden Teilen (Blättern, Früchten usw.) der befallenen Pflanzen. Sie sind in den Zuckermelonenfeldern der verschiedenen Gebiete Griechenlands je nach den lokalen Klima- und Witterungsverhältnissen von Juni ab bis Anfang September wahrzunehmen. Im Laboratorium haben wir Larven von den letzten Eiern unserer Zuchten auch einen Monat später, d. h. noch im Anfang Oktober bekommen.

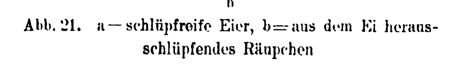
1. Das Schlüpfen der Larve

Nach Husain und Shah (1926) befreit sich die Larve von der Eihülle dadurch, daß sie ein unregelmäßiges Loch in die eine Seite des Eies durchbeißt. Durch dieses Loch schiebt sie ihren Kopf durch, und dann macht sie durch eine heftige Bewegung ihren Körper von der Eihülle frei.

Nach unseren Beobachtungen geht der Schlüpfvorgang des Räupchens folgendermaßen vor sich: Das Räupchen liegt im Inneren des Eies hufeisenförmig gekrümmt. An der Oberfläche der schlüpfreifen Eier beobachtet man zwei dunkelbraune Flecken, welche der Kopfkapsel und der Analplatte des Räupchens im Innern des Eies entsprechen (Abb. 21a). Wenn die Larve schlüpffertig ist, preßt sie durch Kopfbewegungen, die durch die durchsichtige Eihülle wahrzunehmen sind, ihre Mandibeln gegen die Eihaut, während sie dieselben zu wiederholten Malen öffnet und schließt. So frißt sie an einer weichen Stelle der Eihülle ein Loch durch, das sie weiter bearbeitet, bis es groß genug wird. Sein Durchmesser wird in der







b

Abb. 21. a — schlüpfreife Eier, b = aus dem Ei herausschlüpfendes Räupchen



Abb. 22. Leere Eihüllen mit den Ausschlüpflöchern

Regel größer gemacht als die Dicke des Larvenkörpers und nimmt sehr oft die ganze Länge oder Breite des Eies ein, wie Abb. 22 zeigt. Die schlitzartige Form entspricht der platten Form des Körpers der jungen Larve. Das Ausschlüpfloch liegt gewöhnlich an einer der Seitenwände der Eihülle, welche der nassen Unterlage nahe liegt und nie an der Decke derselben, die von der nassen Unterlage abgekehrt ist und infolgedessen trockener ist als die Seitenwände der Eihülle. Durch ein im Vergleich zur Körpergröße der Larve so großes in der Form dem Körper gut angepaßtes Loch kann das Räupchen schnell und ohne Schwierigkeiten die Eihülle verlassen (Abb. 21b). Nach dem Verlassen der Eihülle läuft die junge Larve energisch umher.

2. Die Ernährung

Aus den Angaben von HUSAIN und SHAH über die Ernährung der Larven von *A. abdominalis* sowie auch denjenigen von BODENHEIMER kann man entnehmen, daß die Larven des Schädlings sich von den Wurzeln der Cucurbitaceen bzw. von den Wurzeln der Melonenpflanzen *Cucumis spp. Citrulus vulgaris* usw. ernähren.

Unseren Laboratoriums- und Freilandsuntersuchungen nach ist die Larve nicht so polyphag wie der Käfer selbst. Sie ernährt sich in Griechenland ausschließlich von den Wurzeln und unter Umständen auch

von den übrigen Teilen der Zuckermelonenpflanzen *Cucumis melo* und einer Abart derselben, die auch, jedoch in geringerem Maße als die erste, angebaut wird. Dagegen bleiben die Wurzeln der Wassermelonen und erst recht der anderen Cucurbitaceenarten, die in Griechenland angebaut werden, und zu denen auch die meisten der von den oben erwähnten Autoren als befallen angegebenen Arten gehören, verschont. So werden im Freien Wassermelonenpflanzen und sonstige Cucurbitaceenarten, die unter den Zuckermelonenpflanzen oder neben einer Zuckermelonenkultur stehen, gar nicht angerührt. Auch Larven, die versuchsweise in Töpfe mit verschiedenen Cucurbitaceenpflanzen gebracht wurden, haben immer streng und ohne Ausnahme nur die Zuckermelonenwurzeln befallen. Im Falle des Fehlens dieser Pflanzenart sind die Larven bei dem Versuch an der Oberfläche der Topferde herumgelaufen und bei längerer Fortsetzung der Versuche an Hunger gestorben.

Die Larven ernähren sich außer von der Wurzel der Zuckermelonenpflanzen auch unter Umständen von den oberirdischen Teilen der Pflanze, d. h. den Früchten und Blättern derselben. Im Laboratorium fraßen die Larven auch Gurkenfrüchte. Dagegen wurden sonstige Grünfrüchte oder Obstarten von den Larven weder im Laboratorium noch im Freien gefressen.

Nach all diesem Angeführten kommen wir zu der Schlußfolgerung, daß die Larven von *A. abdominalis* in Griechenland sich ausschließlich von Zuckermelonenpflanzen ernähren. Die verschiedenen Angaben, nach welchen sie in verschiedenen Ländern sich von vielen Cucurbitaceenarten ernährt, sind auf die vermutete Tatsache zurückzuführen, daß die Larve wie auch der Käfer mit dem Standort auch die Nährpflanzen ändert.

3. Vorkommen

Die Larven kommen im Boden und in den Wurzeln und unterirdischen Stammteilen der Pflanzen vor, wo sie sich mit dem Kopf oder mit ihrem ganzen Körper einbohren (Abb. 23). Bei übermäßiger Feuchtigkeit im Boden kommen die Larven an die Oberfläche und befallen die oberirdischen Pflanzenteile (Blätter und Früchte), die auf nassem Boden liegen und zwar an der Stelle, wo dieselben mit dem Boden in Berührung kommen. Wenn aber die übermäßige Feuchtigkeit zurückgegangen ist, verlassen die Larven die Bodenoberfläche und begeben sich wieder in den Boden, um ihr Fressen, vor dem Austrocknen geschützt, an den unterirdischen Teilen der Pflanzen fortzusetzen.

Die Tiefe, in der die Larven im Boden vorkommen, wird bedingt von der Beschaffenheit des Bodens und der darin vorliegenden Feuchtigkeit. Die Larve sucht zu ihrem Aufenthalt immer eine Stelle auf, die nicht zu feucht aber auch nicht zu trocken ist. Bei unseren Freilandsbeobachtungen haben wir die Larven in einer Tiefe von 3—15 cm gefunden. Die frisch-

ausgeschlüpften Larven beginnen ihren Fraß zuerst an den kleinen Würzelchen der Pflanzen, und erst wenn sie älter sind, gehen sie auf die dickeren Wurzeln und die Stammteile bzw. unter besonderen Umständen, von denen wir schon oben sprachen, die oberirdischen Teilen der Pflanzen über.

C. Die Puppe

Wenn die Larve ihre Reife erreicht hat, stellt sie das Fressen ein, verläßt die Fraßpflanze und macht sich eine ovale Höhlung, in der sie Komma- oder U-förmig gerade Platz hat. Die innere Wand der Puppenhöhle wird geglättet, etwas erhärtet und wasserdicht gemacht, wahrscheinlich mit einem Sekret. Sie wird in 5—30 cm Abstand von der Zentralwurzel der Pflanze und 5—12 cm tief im Boden angelegt. Diese Abstände werden ausschließlich durch die Bodenfeuchtigkeit bedingt. Denn die Puppe wie die Larve liebt keine zu feuchte oder zu trockene, sondern eine mäßig feuchte Umgebung. Daher werden die meisten Puppenwiegen nicht in der unmittelbaren Nähe der Basis der Pflanzen angelegt, sondern etwas weiter weg an solchen Stellen, wo das Bewässerungswasser nicht unmittelbar, sondern kapillar und mäßig hingelangt. An diesen Stellen, wo eine zusagende Feuchtigkeit für das Verbleiben und die Entwicklung der Puppe herrscht, findet man die Puppen in der Regel kolonienweise, wie in Abb. 24 gezeigt wird. Kurze Zeit nach ihrem Einlegen in die Puppenwiege geht die Larve in das Präpupal- und endlich in das Pupalstadium über.



Abb. 23. Wurzeln und unterirdischer Stammteil einer Zuckermelonenpflanze, von Aulacophoralarven befallen

Die Präpuppe hat äußerlich im großen ganzen die Merkmale der Altlarve, nur die Färbung, die Größe und die Haltung des Körpers sind ver-

schieden. Ihr Körper ist gedrungen, und alle Körpersegmente schwellen an, so daß die Trennungsfurchen tiefer werden. Der Kopf ist geneigt und der Körper fast in der Mitte gekrümmt. Die Farbe ist milchweiß, und die Körperlänge beträgt 6,5—8 mm.

Die Puppe ist zunächst opak weiß. 3—4 Tage, je nach der Temperatur, vor dem Ausschlüpfen des Käfers beginnt die Ausfärbung der Puppe. Zunächst werden die Augen, die Mundwerkzeuge und die Basis der Antennen kastanienbraun und der Hinterrand der Flügel bleifarbig. Hernach folgt die Ausfärbung der Tarsen und der Elytren. Nach dem Ausschlüpfen aus der Puppenhülle ist der ganze Körper des Käfers noch ziemlich hell und in der Farbe gelbbräunlich. Nur seine Augen sind schwarz und seine Mundgliedermaßen dunkelbraun, d.h. sie haben ihre endgültige Farbe. Die Käfer bleiben nach ihrem Ausschlüpfen aus der Puppenhülle noch 2—3 Tage im Boden, bis sie sich verhältnismäßig ausgefärbt haben un ihre Chitinteile erhärtet sind. Unmittelbar nach ihrem Ausschlüpfen aus dem Boden zeigen die Käfer eine orange Farbe mit einem gräulichen Glanz.

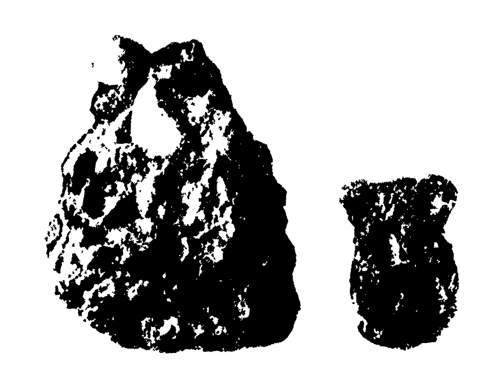


Abb. 24. Erdstücke mit eng nebeneinander liegenden Puppenwiegen

VI. Entwicklung

A. Embryonalentwicklung

Die Dauer der Embryonalentwicklung oder der Eizeit ist weitgehend von der Temperatur und Feuchtigkeit abhängig. Nach Husain und Shah dauert sie 6—15 Tage.

Bei meinen Versuchen dauerte die Eizeit bei gleichbleibend hoher Luftfeuchtigkeit und einer Temperatur, die zwischen 22,0° und 31,8° C schwankte und im Durchschnitt 26°,9 C betrug, 9—14 Tage, im Durchschnitt 11,2 Tage. Bei konstanter Temperatur von 20° C und einer Luftfeuchtigkeit über 90% dauerte die Eizeit 21 Tage.

B. Larvenzeit und Larvenstatien

1. Larvenzeit

Genaue experimentelle Untersuchungen über die Larvenzeit liegen nicht vor. Nach Husain und Shah dauert sie im Punjab unter normal günstigen Bedingungen 15 Tage, ja unter Umständen kann sie bis 23 Tage dauern.

Bei eigenen Untersuchungen dauerte die Larvenzeit bei einer gleichbleibenden Erdfeuchtigkeit und einer Temperatur, die zwischen 21,4° und 30,4° C schwankte, und im Durchschnitt 27,4° C betrug, 29 Tage.

2. Larvenstadien

Über die Larvenstadien fehlen eigene Untersuchungen. HUSAIN und SHAH geben vier Larvenstadien an, die nach dem Durchmesser der Kopfkapsel unterschieden werden (siehe untenstehende Tab. 10).

Tabelle 10
Larvenstadien, gemessen nach der Kopfkapselgröße

Larvenstadium	Größe der Kopfkapsel in mm	Zeit
1	0,28	die ersten Tage
2	0,40	die nächsten 5 Tage
3	0,58	die nächsten 3 Tage
4	0,63	die letzten 3 Tage

C. Puppenstadium

Nach HUSAIN und SHAH dauert das Puppenstadium 7—17 Tage.

Meinen Untersuchungen nach dauerte dasselbe bei einer mäßigen Bodenfeuchtigkeit und einer Temperatur, die zwischen 19,5 und 21,1 C schwankte und durchschnittlich 20 C betrug, 15—18 Tage, im Durchschnitt 16 Tage.

Zu welchen Zeiten in Griechenland die verschiedenen Entwicklungsstadien im Freien anzutreffen sind, geht aus dem für Griechenland hergestellten Entwicklungsschlüssel (Abb. 25a) im Vergleich zum Entwicklungsschlüssel von Indien hervor (Abb. 25b).

D. Generationsfrage

Die Generationsfrage ist aus verschiedenen Gründen bis vor einigen Jahren ungeklärt geblieben. Einmal findet man fast die ganze Vegetationsperiode hindurch kopulierende Käfer, und dann zieht sich die Eiablage und damit das Erscheinen der Larven, Puppen und Jungkäfer über einen ziemlich langen Zeitraum hin. Auf Grund dieser Anhaltspunkte glaubte man früher, daß *A. abdominalis* in Griechenland zwei Generationen im Jahre hat. Erst ANAGNOSTOPULOS (1931) gab an, daß der betreffende Schädling nur e i n e Generation im Jahre aufweist. Diese Angabe stimmt mit unseren Untersuchungen überein.

Am 25. Juli 1937 wurden z. B. 6 Paar frische Käfer gefangen und so paarweise im Zuchtkäfig im Laboratorium unter Beobachtung gehalten. Dabei wurde das Paar Nr. 4 am 25. August in Kopulationsstellung beobachtet. Ein anderes Paar wieder, welches am 1. August zum selben

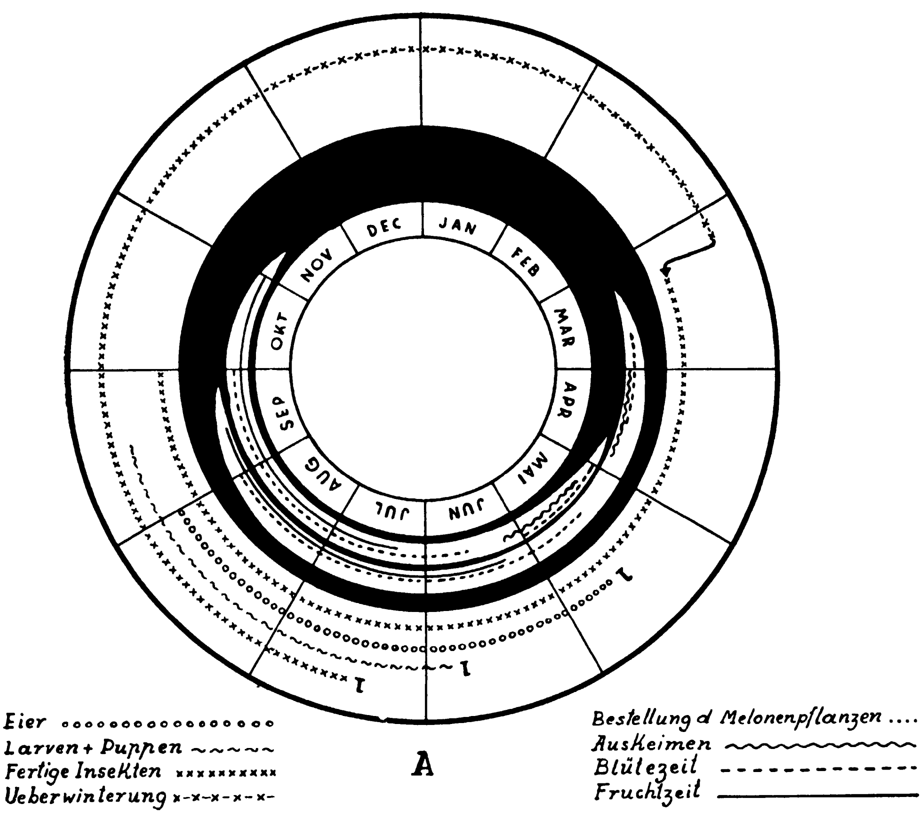


Abb. 25 A

Zweck angesetzt war, ist am 11, 12. und 15. d. Monats ebenfalls in Kopulationsstellung beobachtet worden. Eine genauere Beobachtung hat in allen diesen Fällen gezeigt, daß bei den in Kopulationsstellung 1—3 Stunden verharrenden Käfern keine Begattung stattfand. Die Käfer wurden weiter bis Ende Oktober unter Beobachtung gehalten, ohne dabei zur Begattung zu schreiten. Bei Fortsetzung des Versuchs im nächsten Jahre (1938) wurden Ende Februar 20 weibliche Käfer aus ihren Winterquartieren herausgeholt und bis Ende Juni in Zuchtgefäßen unter Beobachtung gehalten. Während dieser Zeit legten sie überhaupt keine Eier. Das bildet einen gewissen Beweis auch dafür, daß diese überwinterten Käfer nach ihrem Ausschlüpfen im Sommer oder Herbst vergangenen Jahres nicht zur Kopulation geschritten waren.

Das Aufsteigen der männlichen Käfer auf die Weibchen im Sommer und Herbst ihres Ausschlüpfens könnte dadurch erklärt werden, daß einige von den ersten frischausgeschlüpften Käfern während des Sommers und Herbstes geschlechtsreif werden. Diese können aber mit den noch nicht geschlechtsreifen Weibchen nicht kopulieren.

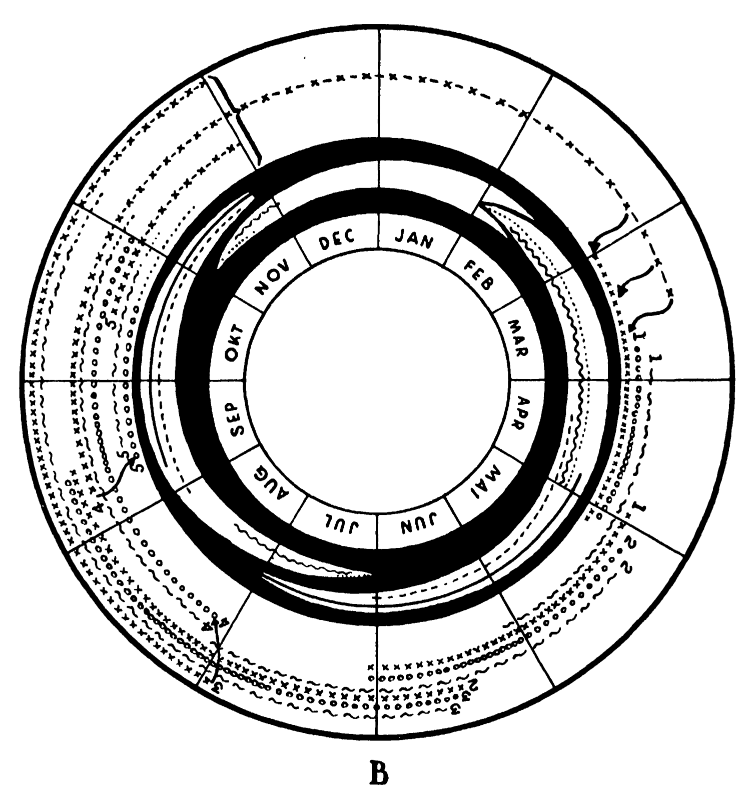


Abb. 25 B. Schlüssel der Erscheinungstermine der verschiedenen Entwicklungsstadien des Käfers im Freien in den verschiedenen Jahreszeiten: A = für Griechenland (Argolis), B nach HUSAIN und SHAH für Indien (Punjab)

Im Freien haben wir vom Anfang der Ausschlüpfzeit der jungen Käfer an bis zum Einziehen in ihre Winterquartiere kein einziges Mal frische Käfer in Kopulation gefunden. Außerdem sprechen die Gesamt-Entwicklungsdauer des Käfers und die Dauer der Vegetationsperiode der Zuckermelonenpflanzen dafür, daß eine zweite Generation des Schädlings in Griechenland nicht vorkommen kann.

VII. Epidemiologie

Um festzustellen, unter welchen Umständen *A. abdominalis*, der ein ständiger Gast der Zuckermelonen- Anbaugebiete Griechenlands ist, einen Schaden in den Zuckermelonen anrichten kann und um darüber den Landwirten Auskunft geben zu können, haben wir langjährige Freilandsbeobachtungen durchgeführt. So haben wir in der Zeit von 1932—1939 keinen auffallenden Massenwechsel und damit Wechsel der an den Zuckermelonen- Kulturen von dem Schädling angerichteten Schäden beobachtet, sondern wir haben während aller dieser Beobachtungsjahre bei verschiedenartigen wechselnden Wetterverhältnissen von sehr strengen Wintern und

regenreichen bis zu heißesten Sommern einen fast gleichbleibenden Massenbestand des Schädlings feststellen können.

Ein strenger langanhaltender Winter mit darauffolgendem kühlem Frühjahr ruft eine Verzögerung des Erscheinens des Käfers im Frühjahr, aber keine Auswinterung desselben hervor. Das heiße Sommerwetter schadet z. B. dem Käfer sowie seinen Entwicklungsstadien, solange die Pflanzen normal wachsen bzw. die erforderliche Feuchtigkeit vorhanden ist, nicht. So haben wir 1934 in Argolis und Korinthia keine Massenverminderung feststellen können, obschon der Sommer vorhergegangenen Jahres verhältnismäßig sehr heiß war. Der Winter 1928—29 war für ganz Europa und auch für Griechenland ein sehr strenger Winter. Trotzdem konnten wir aus den Auskünften, die wir von den Landwirten in Argolis über das Erscheinen des Käfers im darauffolgenden Frühjahr und Sommer des Jahres 1929 bekommen haben, entnehmen, daß der strenge Winter keine ungünstige Wirkung auf die Massenvermehrung des Käfers hatte.

Aus all diesen unseren Freilandsbeobachtungen sowie auch aus unseren Laboratoriumsversuchen, nach welchen die Käfer eine Kälte von —7° C für längere Zeit (über 3—4 Stunden und noch länger) im Starrezustand aushalten können, haben wir die Schlußfolgerung gezogen, daß *A. abdominalis* in Griechenland selbst bei sehr strengem Winter gut und ohne Schaden überwintern kann. Hierzu sei noch bemerkt, daß dazu auch viel seine Gewohnheit beiträgt, an geschützten Stellen zu überwintern.

Aus den Beobachtungen und Laboratoriumsversuchen über seinen Wärmetod (siehe Tab. 4) geht weiter hervor, daß *A. abdominalis* auch einen heißen Sommer gut überstehen kann, wenn man noch dazu bedenkt, daß er Gelegenheit hat, sich an schattigen Stellen vor der brennenden Sonne geschützt aufzuhalten.

Einen merklichen, aber wegen der in Griechenland herrschenden Witterungsverhältnisse nicht nennenswert ungünstigen Einfluß auf die Massenvermehrung des Käfers haben im Frühjahr (Mai-Mitte Juni), also während der großen Fraßzeit, die mit der Zeit der Kopulation und der Eiablage zusammenfällt, auftretende Winde, die die Käfer an allen diesen Lebensäußerungen hindern. Solche Winde sind aber selten und nicht anhaltend. Der Regen hindert ebenfalls die Fraß- Kopulations- und Eiablagetätigkeit des Käfers, begünstigt aber durch die im Boden hervorgerufene Feuchtigkeit die Entwicklung der verschiedenen Stadien des Käfers auch in sonst ganz trockenen unbewässerten Böden, in einem merklichen Prozentsatz, so daß dadurch die Behinderung kompensiert werden kann.

Was nun den Einfluß der Bodenbeschaffenheit und der Kulturmethoden auf die Entwicklung und daher auf die Massenvermehrung des Schädlings anbelangt, so sind wir in der Lage, folgendes zu berichten. Tiefe schwere Tonböden sind für die Entwicklung des Käfers ungeeignet. In solchen Böden, die durch große Wasseraufnahme während der Bewässerung oder

der Niederschläge bindig, dagegen beim Austrocknen hart und rissig werden, kann der Käfer in seinen verschiedenen Entwicklungsstadien nicht fortkommen.

Einigermaßen ungeeignet sind für die Entwicklung des Käfers auch die Lehmböden, die steinig sind. Dagegen sind die tiefgründigen künstlich bewässerten und mit organischen Düngemitteln gedüngten Lehm- oder Humusböden für die Entwicklung des Käfers sehr geeignet. In diesen Bodenarten beläuft sich der Befall sehr oft auf 100%.

Endlich werden die künstlich bewässerten Kulturen stärker befallen als die nicht bewässerten. Bei den letzten findet eine Entwicklung und Fortkommen des Schädlings nur dann statt, wenn die Böden tiefgründige Böden sind, die in den unteren Schichten eine gewisse Feuchtigkeit aufweisen. Es kann aber auf anderen Bodenarten, wie z. B. Humusböden, die nicht bewässert werden, auch, wie schon gesagt, ein Befall durch den Käfer und eine Entwicklung desselben vorkommen, nur dann natürlich, wenn es während des Mai und Juni Niederschläge gibt.

VIII. Wirtschaftliche Bedeutung und Verschleppung

1. Verschleppung

Wann, wie und woher *A. abdominalis* nach Griechenland eingeschleppt wurde, ist uns unbekannt. In der Ebene von Argolis ist der Käfer meiner Kenntnis nach zum erstenmal von den Bauern als Schädling auf den Zuckermelonenpflanzen im Jahre 1908 beobachtet worden, während der Melonenanbau selbst viel älter, nämlich seit 1898 eingeführt ist. In Nordgriechenland ist der Melonenanbau noch älter als im Peloponnes und auf den Inseln. Aber ob dort auch der Melonnenkäfer früher da war oder nicht, ist nicht mit Sicherheit zu sagen. Trotz alledem möchten wir annehmen, daß *A. abdominalis* aus der Türkei eingeschleppt und über Nordgriechenland im ganzen Land verbreitet wurde. In der Türkei ist der Käfer aller Wahrscheinlichkeit nach aus Indien, seiner Heimat, über die verschiedene Länder Kleinasiens angelangt. Seine Verschleppung geschieht sehr leicht, denn er ist sehr tüchtiger Flieger. Er fliegt sehr schnell, kann lange in der Luft bleiben und vermag daher lange Strecken fliegend zurückzulegen. Mittelbar kann er durch den Transport verschiedener landwirtschaftlicher Produkte wie Gemüse, Obst usw. leicht verschleppt werden. Diese leichten und vielseitigen Verschleppungsmöglichkeiten erklären auch seine große Weltverbreitung, von der wir auf S. 12 sprachen.

2. Wirtschaftliche Bedeutung

Bezüglich der wirtschaftlichen Bedeutung des orangenroten Melonenkäfers in Griechenland ist zu sagen, daß er der von allen Landwirten am

meisten gefürchtete Zuckermelonenschädling ist. Seine jährlichen Schäden werden auf viele Millionen Drachmen geschätzt. Die große Schädlichkeit des Käfers hat viele Landwirte in die wirtschaftliche Zwangslage gebracht, gute, fruchtbare, für den Melonenanbau geeignete Böden zu verlassen und auf schlechtere, unfruchtbare, für die Entwicklung des Käfers nicht zusagende Böden überzugehen. Andere wieder haben das Zuckermelonenanbausystem auf Kosten der Quantität und Qualität der Produktion geändert oder gar den Melonenanbau als nicht mehr lohnend schon seit langem verlassen und durch andere Kulturen ersetzt.

Schaden wird einmal von den Imagines im Frühjahr an den jungen Pflanzen angerichtet. Die erwachsenden Pflanzen dagegen werden von einem bestimmten Alter ab nicht mehr gefährdet, denn sie können durch Ausschlagen von neuen Blättern die von den Käfern gefressene Masse ersetzen (Abb. 26 a u. b). Nur ihre Blüten werden von dem Schädling einigermaßen beschädigt, viel weniger aber später im Herbst die Früchte von den neuen Käfern.

Den größten Schaden richten aber die Larven des Käfers an, die sich, wie schon gesagt, in die Wurzeln und unterirdischen Stengelteile der Pflanzen hineinfressen, wie



Abb. 26a

Abb. 23 zeigt. Durch den Larvenfraß werden ungefähr um die Zeit der Fruchtreife ganze Kulturen von Zuckermelonen binnen sehr kurzer Zeit zerstört. Durch den Angriff der Larven auf die unterirdischen Teile, die



Abb. 26 b. a = noch gefährdetes Wachstumsstadium; b — ungefährdetes Wachstumsstadium der Zuckermelonenpflanze

morsch werden und bei übermäßiger Feuchtigkeit durch die Übertragung verschiedener schädlicher Pilze von seiten der Larven faulen, werden die Pflanzen welk und sterben ab, und die halbreifen Früchte werden der brennenden Sonne ausgesetzt (Abb. 27). Sie werden dadurch zerstört und sind für den Handel ungeeignet. Beim ersten Auftreten solcher Schäden werden die Zuckermelonenkulturen von den Landwirten bald nach Ausbruch des Befalls ganz verlassen.

Der Schaden, den die Larven an den Früchten hervorrufen, ist kleiner und tritt nach starkem Regen oder überschüssiger Bewässerung nur in denjenigen Böden auf, die etwas schwer und bindig sind. Die Larven be-

fallen die Früchte und bohren sich in diese von der Seite aus ein, die mit dem nassen Boden in Berührung kommt. Durch das Einbohren der Larven in die Zuckermelonenfrüchte und die Übertragung schädlicher Pilze auf diese werden die Früchte faulig. Abb. 28 zeigt eine solche von den Larven befallene Frucht. Um solche Schäden vermeiden zu können, legen die Landwirte die Zuckermelonen auf trockene Unterlagen wie trockene Erde auf dürre Unkräuter.

IX. Feinde und Parasiten

Über die Feinde und Parasiten des orangeroten Melonenkäfers berichten ganz kurz HUSAIN und SHAH (1926).

A. Feinde

Die erwähnten Autoren teilen mit, daß Krähen und manche Raubvögel die Larven und Puppen des Schädlings während des Pflügens und Eggens der Äcker fressen.

In Griechenland, wo die meisten Larven und Puppen schon vor dem Umbrechen der Äcker im Spätherbst zu voller Entwicklung gelangt sind.



Abb. 27. Von *Aulacophora*-Larven befallenes Zuckermelonenfeld

spielen die genannten Vögel als Feinde des Schädlings fast keine Rolle. Dagegen wird das Treiben von Hühnern und Truthühnern im Frühjahr in die Zuckermelonenfelder zum Aufpicken der Käfer, wie es oft von den Landwirten gepflogen wird, als empfehlenswert angesehen, obschon die genannten Geflügelarten die Käfer nicht allzusehr einschränken können.



Abb. 28. Von *Aulacophora*-Larven befallene Zuckermelonenfrucht

B. Parasiten

1. Pflanzliche

Über pflanzliche Parasiten wird in der Literatur nirgendsgesprochen. Wir haben auch während unseres Studiums des Schädlings weder im Freien noch im Laboratorium solche beobachtet.

2. Tierische

Über tierische Parasiten des Schädlings teilen HUSAIN und SHAH mit, daß manchmal in dem Darmkanal des Käfers eine große Anzahl von Gregarinen beobachtet worden ist. Dieselben spielen aber keine praktische Rolle. Es wurden auch auf dem Körper des Käfers einige Milbenarten beobachtet.

Bei unseren Beobachtungen haben wir in dem Körper des Käfers nie irgendeine Milbenart als Innen- oder Außenschmarotzer beobachtet. Dagegen haben wir auf dem Körper seiner Larven und weniger auch seiner Puppen, schon oft eine Milbenart gefunden, die nach der freundlichen Mitteilung von Herrn Dr. FRIED. ZACHER, an den wir einige Exemplare sandten, zu den Modermilben „*Tyroglyphidae*“ und zwar zu der Gattung *Histiostoma* gehört. Hierzu teilt Herr Dr. ZACHER mit, daß die *Histiostoma*-Arten meistens von faulenden Vegetabilien leben. Jedoch ist von einer Art, *H. berghi* Jens, bekannt, daß sie parasitisch in der Eikapsel des Pferde-Blutegels lebt.

Die Tiere unserer *Histiostoma*-Art sind, wie auch alle Milbenarten der *Tyroglyphidae*, glatt und weichhäutig. Weiter ist der Hinterkörper des fertigen Tieres der von uns gefundenen Art fast parallelogrammförmig mit abgerundeten Ecken, wie es bei manchen Volltieren der Abb. 29 zu sehen ist. Ihre Haut weist Höcker auf, und der Vorderkörper ist vom Hinterkörper durch eine Furche getrennt. Das Tier besitzt 8 kurze Beine, die nur Klauen und keine Haftlappen aufweisen. Seine Mandibeln sind scherenförmig.

Zur Klärung seines Entwicklungszyclus haben wir die von Zacher (1927) über die Entwicklung der Modermilben angegebenen Anhaltspunkte in Erwägung gezogen. Gemäß denselben und unseren Beobachtungen folgen auf das Eistadium zwei sechsfüßige Nymphenstadien, aus deren zweitem dann das geschlechtsreife Volltier hervorgeht. In besonderen Fällen schiebt sich vor dem zweiten Nymphenstadium noch ein abweichend geformtes Nymphenstadium ein. Diese Nymphenform, die „Hypopus" heißt, dient der Verbreitung und Erhaltung der Art bei ungünstigen Lebensverhältnissen. Ihr Körper (Abb. 30a) ist 0,14 mm lang und 0,10 mm breit, oben gerundet und unten abgeflacht. Die Mundteile sind verkümmert, daher zur Aufnahme geformter Nahrung ungeeignet und nur zur Aufnahme von Flüssigkeit fähig. Die Beine sind lang und mit Dornen, Krallen, Schlepphaaren und Haftlappen versehen. Am hinteren Körperende besitzt der Hypopus eine große, mit Saugnäpfen in bestimmter Anordnung versehene Haftscheibe (Abb. 30b). Mit Hilfe aller dieser Haftorgane hängt sich der Hypopus manchmal in ungeheuerer Zahl, wie Abb. 31a zeigt, an vorbeikommende Larven von *A. abdominalis* an, wodurch er leicht an neue Futterplätze gelangt. Dadurch werden die Larven belästigt, sie werden unruhig und um die lästige Tiere los zu werden, kommen sie, wie wir oft beobachteten, an die Bodenoberfläche, wo sie sehr unruhig herumlaufen. Sie lassen sich auf die Seite fallen, oder sie

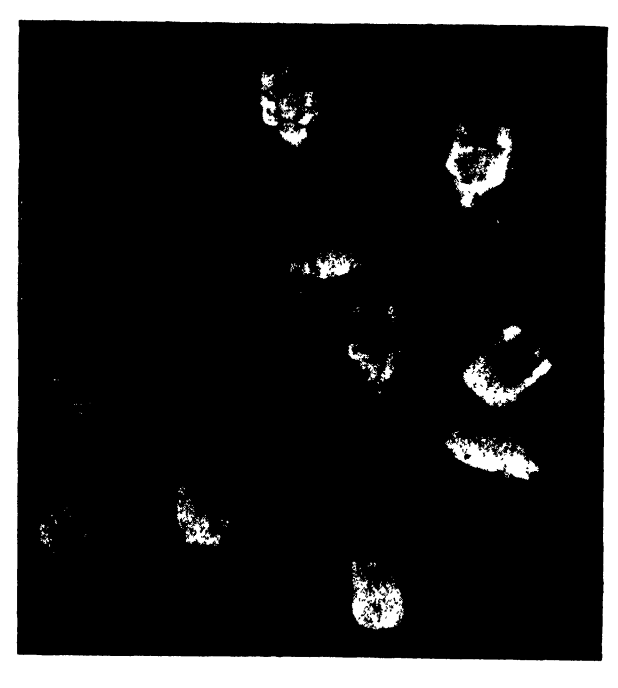


Abb. 29. Die auf dem Körper der *Aulacophora*-Larve gefundene Milbenart *Histiostoma spp.* (stark vergrößert)

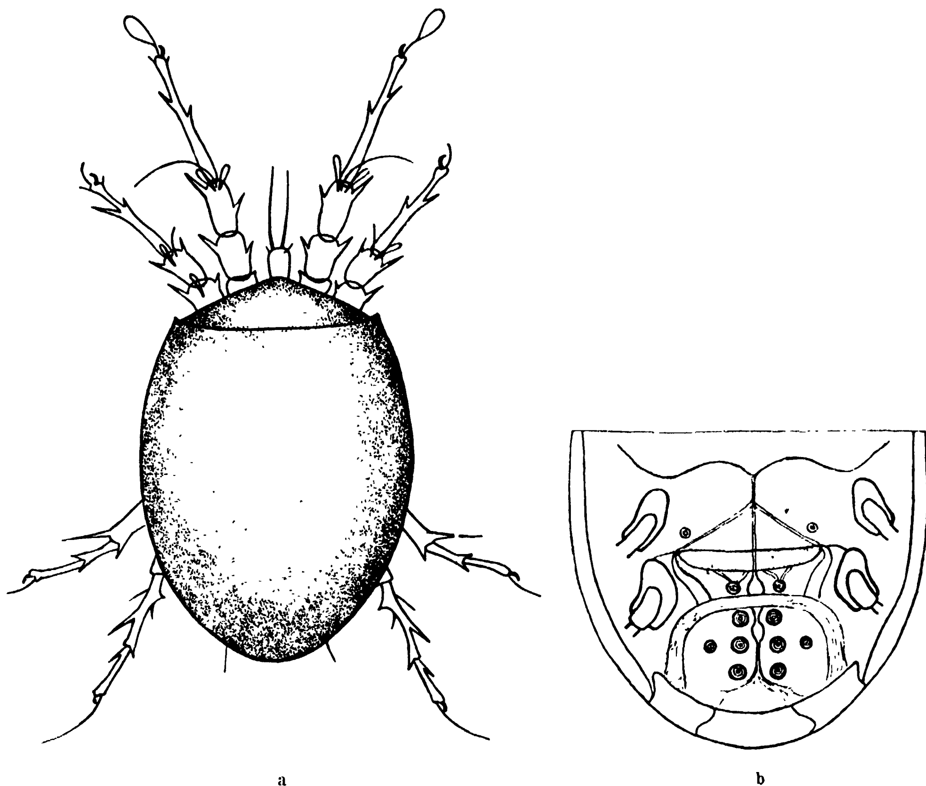


Abb. 30. a = Hypopusstadium der Milbe *Histiostoma spp.* b = Hinterkörper des Hypopus die mit Saugnäpfe versehene Haftscheibe zeigend, ventral gesehen

bäumen sich, wie Abb. 31b zeigt, mit ihren Hinterkörper auf. In einer solchen Agonie und solchen „Qualen" trocknen die Larven endlich sehr schnell ein und sterben ab (Abb. 31c). Das Austrocknen der Larven und ihr Tod geschieht so schnell (fast binnen einer halben Stunde), daß man mit großer Wahrscheinlichkeit annehmen kann, daß die Hypopus aus dem Larvenkörper Säfte aufsaugen. Unmittelbar nach dem Absterben wird der Larvenkörper von den Hypopus verlassen.

Diese Milbenart dürfte, obschon sie auf fast 60% der im Boden befindlichen Larven des Käfers vorkommt, praktisch für die Einschränkung desselben keine große Rolle spielen, da sie nicht immer in genügend großer Anzahl an den Larven haften.

Der Vollständigkeit halber möchten wir zu dem, was wir bis jetzt im vorliegenden Kapitel über den Entwicklungszyclus der Modermilben sagten, auch noch die Ansichten anderer Autoren hinzufügen, besonders über die Ursachen der Entstehung und die Bedeutung des Hypopus- oder Deutonymphenstadiums, wie es auch genannt wird. So schließt sich OBOUSSIER (1939) zur Erklärung dieser Erscheinung der Ansicht von ENZIO REUTER (1909) an, daß von den ursprünglich drei Nymphenstadien (so z. B. noch

bei der Oribatiden), das mittlere allmählich in Wegfall kam, der allgemeinen Tendenz entsprechend, die Entwicklung abzukürzen. (In den Fällen, in denen ein Hypopus nur äußerst selten auftritt, [z. B. *Tyroglyphus longior*], würde es sich dann um eine Art Atavismus handeln.) Nach derselben Autorin vertreten HALLER (1888a), MICHAEL (1884, 1888, 1901), TROUESSART (1904) die Ansicht, daß das Hypopusstadium eine Einrichtung ist, die der Ausbreitung der Art dient.

Meine Beobachtungen über den Zweck des erwähnten Stadiums veranlassen mich, der Ansicht der letztgenannten Autoren beizutreten. Die Tiere dieses Stadiums sind mit einem Chitinpanzer, mit Schlepphaaren und Haftlappen ausgerüstet. In abgestorbenen Zuchten findet man sie als einziges lebendiges Stadium restlos herumlaufend. Auch treten sie massenhaft auf den Körpern der wandernden Larven von *A. abdominalis* auf. Alle diese Tatsachen sprechen dafür, daß die Tiere dieses Stadiums einen speziellen biologischen Zweck zu erfüllen haben und zwar den der Ausbreitung und Erhaltung der Art bei ungünstigen Lebensverhältnissen. Daß schlechte und ungünstige Lebensverhältnisse als Ursachen der Entstehung des Hypopusstadiums anzusehen sind, geht auch aus meinen Beobachtungen hervor, daß die Hypopus in der Regel und zwar massenhaft in abgestorbenen *Histiostoma*-Zuchten anzutreffen waren, die unter schlechten Umweltbedingungen, d. h. Mangel an Feuchtigkeit und Nahrung litten. Sie waren dabei nicht an einer Stelle (auf dem Boden) des Zuchtschälchens zu finden, wie es bei den Tieren der anderen Stadien der Fall war, sondern sie waren überall an allen Wänden und an dem Glasdeckel zu finden. Endlich dürfte die Intensität des Auftretens des Hypopusstadiums bei den verschiedenen Tyroglyphidenarten meiner Ansicht nach mit den Lebensgewohnheiten derselben in Zusammenhang stehen. Bei den freilebenden Arten, wo die Umweltbedingungen z. B. sehr oft und leicht wechseln, sollte die Entstehungsintensität viel größer sein als bei Arten, die in geschlossenen und geschützten Räumen und infolgedessen

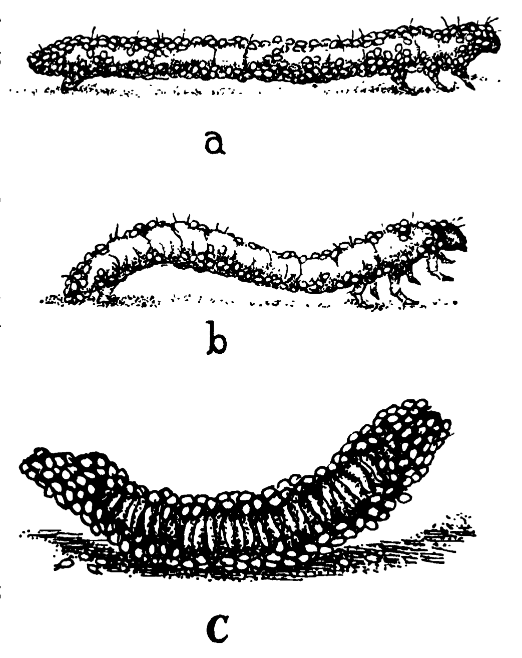


Abb. 31. a = *Aulacophora*-Larve mit zahlreichen Hypopus, die auf ihrem ganzen Körper haften, b = *Aulacophora*-Larve, die durch die Hypopusbelästigung unruhig herumläuft, c = durch den Hypopusbefall abgestorbene und abgetrocknete *Aulacophora*-Larve

unter mehr oder weniger konstanten und günstigen äußeren Bedingungen leben.

X. Bekämpfung

A. Bekämpfung des Käfers

1. Biologische Bekämpfung

Aus dem, was im Abschnitt IX „Feinde und Parasiten“ gesagt wurde, geht hervor, daß eine biologische Bekämpfung des Schädlings im Stadium der Imago unmöglich ist.

2. Technische Bekämpfung

a) Fraßabschreckende Mittel

Das Bestäuben der Blätter der Pflanzen mit Asche, Kalk- und Straßenstaub wirkt auf die Käfer fraßabschreckend. Dieselbe Wirkung zeigt das Bestäuben der Zuckermelonenblätter mit verschiedenen pilzabtötenden Mitteln wie Schwefel oder schwefelkupferhaltigen Bekämpfungsmitteln. Doch spielt ihre Anwendung in der Praxis keine wichtige Rolle, da, wie wir beobachteten, die Käfer sich sehr schnell daran gewöhnen und die behandelten Pflanzen nicht verlassen oder nach dem Bestäuben bald auf sie zurückkehren und ihren Hunger an den nicht mit Staub bedeckten Blattstellen stillen.

b) Mechanische Mittel

Das Absammeln der Käfer mit der Hand in den Morgenstunden bringt eine gewisse Einschränkung. Diese Methode wird erfolgreicher, wenn sie von mehreren Landwirten einer Gegend systematisch durchgeführt wird. Da die Käfer beim Sammeln mit Steigerung der Temperatur aktiv werden und daher davonfliegen können, ist es besser, sie gleich an Ort und Stelle mit den Fingern zu zerdrücken. Das Einwerfen der Käfer in heißes Wasser ist weniger ratsam, weil umständlicher. Die Methode ist billig, da sie auch von Schulknaben und Schulmädchen leicht und erfolgreich durchgeführt werden kann.

c) Chemische Mittel

Zur Bekämpfung des Käfers mit chemischen Mitteln kommen Fraß- sowie auch Berührungsgriffe in Betracht.

α) Fraßgifte: Balachowsky und Mensil (1936) erwähnen, daß eine Bekämpfung des Käfers unmöglich sei, da die Anwendung arsenhaltiger Bekämpfungsmittel in Frankreich verboten ist. Husain und Shah teilen mit, daß das Bestäuben der Blätter mit einem Gemisch von Schweinfurtergrün und Straßenstaub in Gewichtsverhältnis 1 : 30 und 1 : 8 sowie auch von Bleiarseniat und Straßenstaub 1 : 30 gute Ergebnisse hatte. Gute Resultate hatte auch das Bespritzen der Pflanzenblätter mit den untenstehenden Brühen in den angegebenen Mischungsverhältnissen:

A.	Bleiarseniat	1	Gewichtsteil
	Kalk	3	Gewichtsteile
	Melasse	6	"
	Wasser	600	"
B.	Tabak	6	Gewichtsteile
	Seife	$1^1/_2$	"
	Wasser	600	"

Das Spritzen der Pflanzen muß geschehen, bevor der Käferbefall angefangen hat, und im ersten Monat alle 6 Tage wiederholt werden.

Eigene Versuche: 1933 habe ich in der Ebene von Argos im Freien Bekämpfungsversuche mit 0,5prozent. Brühen von Bleibiarseniat ($PbHAsO_4$)[1]) bzw. Kalziumarseniat $Ca_3(AsO_4)_2$ unter Kalkzusatz gemacht. Auch Kalziumarseniat in Staubform wurde angewandt. Die Ergebnisse dieser Versuche waren nicht besonders gut, denn die Käfer vermieden die Pflanzen der behandelten Reihen und gingen auf die Pflanzen der daneben liegenden unbehandelten Reihen über oder stillten ihren Hunger zwischen den Spritzflecken. Mit anderen Worten wirkten die angewandten Mittel fraßabschreckend genau wie Kalk-, Straßenstaub und Asche. Wir haben weiter nicht ein einziges Mal vergiftete Käfer in den behandelten Parzellen gefunden, sondern nur eine Einschränkung des Käferbesuches für 3—4 Tage festgestellt.

Um die abschreckende Wirkung auszuschalten, haben wir bei Fortsetzung der Versuche, wie auch Husain und Shah, den Giftbrühen zuckerhaltige Stoffe zugesetzt. Doch wird damit die abschreckende Wirkung der angewandten Mittel, wie Laboratoriums- und Feldversuche zeigten, auch nicht wesentlich aufgehoben, nicht mit Zucker und noch viel weniger mit Melasse. Diese nicht befriedigenden Ergebnisse haben uns veranlaßt nach neuen Mitteln zu suchen. Als solche haben wir Salze der Silicofluorwasserstoffsäure und zwar Natrium- und Bariumsilicofluorid angewandt. Bei den Versuchen haben diese Salze keine ermutigenden Ergebnisse gegeben, obschon sie viel besser waren als Blei- und Kalziumarseniat. Bei Zusatz von Zucker aber erreichten sie ihre höchste Wirkung. Als optimale Konzentration wurde für beide Salze 2,5% und für Zucker 6% festgestellt.

Bei Vergleichsversuchen, die mit zuckerhaltigen Spritzbrühen von $PbHAsO_4$, $Ca_3(AsO_4)_2$ 1%, $BaSiF_6$ und Na_2SiF_6 2,5% und Zucker 6% im Laboratorium durchgeführt wurden, haben wir folgende Resultate erhalten: Bei $PbHAsO_4$ war die durchschnittliche Lebensdauer der benützten Käfer 4,5 Tage, für $Ca_3(AsO_4)_2$ 10,4 Tage, für Na_2SiF_6 1,0 Tage, für $BaSiF_6$ 1,6 Tage, für Kontrolltiere, die mit unbehandeltem Futter gefüttert wurden, 9,5 Tage und für die Hungertiere 5,7 Tage.

Bei einem zweiten derartigen Versuch haben wir folgende Zahlen bekommen, die ebenfalls der durchschnittlichen Lebensdauer der Versuchs-

[1]) Im folgenden als „Bleiarseniat" bezeichnet.

tiere in Tagen entsprechen. $PbHAsO_4$ 4,0, $Ca_3(AsO_4)_2$ 8,8, Na_2SiF_6 1,3, $BaSiF_6$ 2,3, Kontrolltiere 9,9 und Hungertiere 4,6.

Die Käfer fraßen mehr oder weniger von allen behandelten Blättern. Am stärksten fraßen sie mit $Ca_3(AsO_4)_2$, und dann folgten das $BaSiF_6$ und $PbAsO_4$. Die mit Na_2SiF_6 behandelten Blätter wurden am wenigsten gefressen, sie wurden sogar in manchen Fällen gar nicht angerührt. Woran das liegt, wird unten erläutert.

Die Ergebnisse der Versuche zeigen, daß das Natriumsilicofluorid am wirksamsten war, dann folgen Bariumsilicofluorid, Bleiarseniat, und zum Schluß kommt Kalziumarseniat. Dieses scheint für *A. abdominalis* so gut wie gar nicht wirksam zu sein, denn in beiden Versuchen lebten die Tiere ebenso lang wie die Kontrolltiere. Bei kurvenmäßiger Darstellung der Versuchsergebnisse (Abb. 32) sehen wir, daß die Kurven beider Versuche zusammenfallen.

Weitere wiederholte feldmäßige Spritzversuche haben ebenfalls gezeigt, daß Natriumsilicofluorid das wirksamste Mittel war, dessen Wirkung fast 100 % erreicht. In den damit behandelten Parzellen waren alle Käfer tot. Seine Wirkung beginnt eine Viertelstunde nach dem Spritzen der Pflanzen und hält 6—7 Tage an. So lange haben wir bei täglichem Nachsehen tote Käfer gefunden. Auf den Versuchsparzellen, die mit $PbHAsO_4$ und $Ca_3(AsO_4)_2$ behandelt waren, haben wir dagegen niemals tote Käfer gefunden. Die Tiere sind hier gleich nach dem Spritzen davongeflogen, im Gegensatz zu Na_2SiF_6, wo sie auf den gespritzten Pflanzen verblieben. Eine Viertelstunde nach dem Spritzen sehen wir immer bei allen Versuchen tote Käfer auf dem Boden liegen und andere schnell und aufgeregt unter Erdbrocken und Steinen herumlaufen, ohne

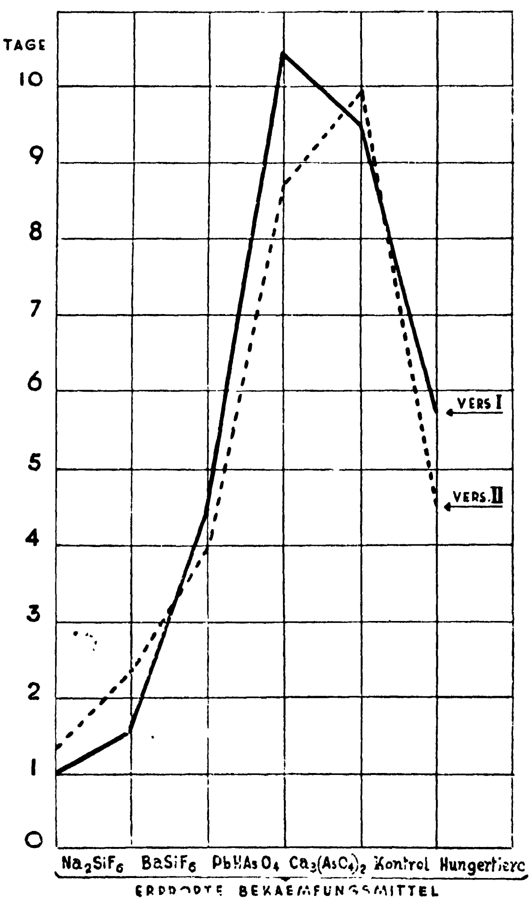


Abb. 32. Kurvenmäßige Darstellung der Lebensdauer der Käfer bei den Fütterungsversuchen mit verschiedenen Giften (s. Text)

zum Stillstehen oder zum Fliegen zu kommen. Sie litten stark unter der Wirkung des Giftes und fielen kurz nach Beginn dieses Benehmens erschöpft hin und starben ab.

Bei ähnlichen Versuchen, bei welchen statt Zucker Melasse als Zusatzstoff verwendet wurde, waren die Ergebnisse nicht ermutigend, obschon sie in sehr großen Gaben, bis zu 12%, den Giftbrühen zugesetzt wurde. Sie hat immer noch bei allen Fällen wie zuvor fraßabschreckend gewirkt.

Der Zucker als Zusatzstoff wirkt nicht als Haftmittel, sondern als Köder, von dem die orangeroten Käfer naschen. Dadurch wird auch die Beobachtung im Freien sowie auch im Laboratorium erklärt, daß die Käfer kurz nach dem Spritzen bzw. Einsetzen der gespritzten Blätter in die Zuchtkäfige auf dem Zuckerbelag naschen und so sehr schnell zum Sterben kamen. Demnach ist zu sagen, daß die Wirkung des Natriumsilicofluoridzuckers nicht auf einer Vergiftung des Futters, sondern auf der Köderwirkung des Zuckers beruht.

Durch die Spritzung sind auf den Zuckermelonenpflanzen keinerlei Schädigungen, selbst bei stärkeren Lösungen bis zu 4% Na_2SiF_6 beobachtet worden.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß das geeignetste Bekämpfungsmittel für *A. abdominalis* das Natriumsilicofluorid in 2,5prozent. Spritzbrühe unter Zusatz von 6% Zucker ist. Mit weniger befriedigendem Erfolge kann auch das Bariumsilicofluorid in derselben Weise verwendet werden. Blei- und Calciumarseniat dagegen sind für die Bekämpfung des Schädlings ungeeignet. Ungeeignet ist auch die Melasse als zuckerhaltiger Zusatzstoff, da sie gar nicht verläßlich wirkte.

Die Kosten für jede Spritzung mit Natriumsilicofluoridzucker einschließlich der Arbeitskosten betrugen 1938 je Stremma ($^1/_{10}$ ha) 25 Drachmen.

β) Berührungsgifte: Bekämpfungsversuche, die wir mit nikotinhaltigen Berührungsgiften durchführten, zeigten, daß die Käfer von *A. abdominalis* gegen diese Gifte sehr empfindlich sind. Wir haben dazu die von der auf S. 52 genannten Firma hergestellten Präparate „Meligrini" in Staubform und „Hygra Meligrini" in flüssiger Form benützt.

Die Schlußfolgerungen aus den Versuchen mit Berührungsgiften war, daß die betreffenden Mittel in der Praxis für die Bekämpfung des Schädlings nicht allzusehr zu empfehlen sind. Denn sie wirken im vorliegenden Fall hauptsächlich nur als Berührungs- und nicht als Fraßgifte, und ihre Wirkung ist von kurzer Dauer. Daher wäre man gezwungen, bei der Bekämpfung durch Berührungsgifte fast unmittelbar die Käfer zu bestäuben und das Bestäuben oft zu wiederholen, d. h. jedesmal, wenn neue Käfer von den danebenliegenden Feldern zu den behandelten Pflanzen zufliegen. Eine derartige Bekämpfung wäre natürlich umständlich und kostspielig.

Anweisung für die Praxis: Auf Grund unseres Studiums und versuchsmäßiger Anwendung des gefundenen Bekämpfungsverfahrens in der Praxis auf größeren Feldflächen empfehlen wir, die orangenroten Melonenkäfer im Frühjahr zu bekämpfen, wenn sie sich in größerer Anzahl auf den Zuckermelonenpflanzen zeigen. Das Spritzen wird in der Vormittagszeit, wenn die Käfer genügend aktiv geworden sind, vorgenommen. Es wird 2—3 mal alle 6 Tage und beim Bestehenbleiben des Befalls bis zu 4 mal für die ersten 25—30 Tage wiederholt.

B. Bekämpfung der Larve

I. Biologische Bekämpfung

Eine biologische Bekämpfung der Larve ist aus den Gründen, von denen wir auf Seite 70 sprachen, unmöglich.

II. Technische Bekämpfung

a) Fraßabschreckende Mittel

Alle Berührungs- bzw. Benetzungsgifte, von denen wir sogleich unten bei der Besprechung der chemischen Bekämpfung der Larve sprechen werden, haben, wie Feld- und Laboratoriumsversuche zeigten, auch fraßabschreckend gewirkt.

b) Mechanische Mittel

Die Tatsache, daß die Larven fast ausschließlich Bodenbewohner sind, schließt im vorliegenden Falle jede Bekämpfung derselben unter Benutzung mechanischer Mittel aus.

c) Chemische Mittel

In der uns zur Verfügung stehenden Literatur wird nirgends von einer unmittelbaren Bekämpfung der Larve *A. abdominalis* durch chemische Mittel gesprochen.

Bei unseren Bekämpfungsversuchen im Felde und Laboratorium haben wir Berührungs- und Benetzungsgifte in flüssiger Form, damit sie tief in den Boden eindringen können, sowie auch Gifte untersucht, die in Gasform zur Wirkung kommen.

a) Berührungs- bzw. Benetzungsgifte: Als Berührungsgift haben wir das auf S. 73 erwähnte Spezialpräparat „Hygra Meligrini“ und als Benetzungsgift das von derselben Firma hergestellte „Dendroxal“ untersucht. Weiter sind untersucht worden 40prozent. Kresol und Brennspiritus.

Aus Raumersparnis können wir auf die Ergebnisse der Untersuchungen nicht ausführlich, sondern nur zusammenfassend eingehen wie folgt: Nach Behandlung der Pflanzen mit Dendroxal in 10prozent. Lösung waren die Larven, die sich in den Wurzeln und unterirdischen Stammteilen der

Pflanzen befanden, bis zu 92,5 % tot, bei Hygra Meligrini in 1,5 prozent. Lösung bis zu 76 %, bei Brennspiritus 85,7 % und bei Kresol in 15 prozent. Lösung 92,5 %. Bei feldmäßigen Versuchen auf Parzellen von je 200—250 qm war der Erfolg bei 55—60 % der Pflanzen ausgezeichnet. Irgendeine Schädigung der behandelten Pflanzen in ihren verschiedenen Wachstumsstadien war nicht aufgetreten.

Die Material- und Arbeitskosten für 2—3 Behandlungen beliefen sich 1938 je Stremma ($^1/_{10}$ ha) für die einzelnen genannten Mittel auf folgende Beträge: Dendroxal 96 Drachmen, Hygra Meligrini 112, Brennspiritus 513 und Kresol 165 Drachmen (1 RM = 42 Drachmen).

b) Bekämpfungsmittel, die in Gaszustand wirken: Als solche haben wir gegen die Larven p-Dichlorbenzol ($C_6H_4CL_2$) und Schwefelkohlenstoff (CS_2) benutzt. Die Ergebnisse waren für p-Dichlorbenzol auf Feldern, die nicht so oft bewässert wurden, wie nötig gewesen wäre, zufriedenstellend, nicht dagegen bei öfters normal bewässerten Böden. Mit Schwefelkohlenstoff haben wir, da die Kulturen in sehr kurzen Abständen bewässert werden mußten, keine guten Ergebnisse erzielt. Außerdem sind auch Pflanzenbeschädigungen beobachtet worden.

Zusammenfassend ist für die gasförmigen Bekämpfungsmittel zu sagen, daß in Böden, die aus verschiedenen Gründen (Klima, Bodenbeschaffenheit usw.) während der Bekämpfungsperiode öfters und in sehr kurzen Zeitabständen bewässert werden müssen, p-Dichlorbenzol als Bekämpfungsmittel für die Larven von *A. abdominalis* nicht allzusehr geeignet ist. Noch viel weniger ist Schwefelkohlenstoff dazu geeignet.

Anweisung für die Praxis: Auf Grund unserer Studien und der Erprobung der genannten Bekämpfungsmittel in der Praxis empfehlen wir, die Larven des orangenroten Melonenkäfers im Sommer zu bekämpfen, und zwar nach Erscheinen der ersten Zeichen des Befalls, d. h. sobald die ersten 2—3 Melonenpflanzen im Felde dürr zu werden beginnen. Bei der Behandlung der Pflanzen, die kurz nach der Bewässerung und solange der Boden noch naß ist, vorgenommen werden muß, werden die unterirdischen Stammteile und ein Teil des Wurzelsystems mit den Giftflüssigkeiten benetzt. Dies führt der Arbeiter so aus, daß er mit einer Hand die Pflanze am oberirdischen Stengelteil faßt und zyklisch hin und her bewegt, so daß zwischen dem unterirdischen Stengelteil und dem nassen Boden, der zurückweicht, ein trichterförmiger leerer Raum entsteht, in den der Arbeiter mit der anderen Hand die Lösung des Bekämpfungsmittels in einer Menge von 50 g hineingießt. Die Behandlung der Pflanzen muß 2—3 mal in Zeitabständen von 5—6 Tagen wiederholt werden.

C. Mittel gegen die Eier

Nachdem durch Laboratoriumsversuche festgestellt wurde, daß die Eier von *A. abdominalis* gegen Dendroxal- und Meligrini-Lösungen empfind-

lich sind (s. S. 52), kann man annehmen, daß diese Mittel auch in der Praxis zur Zerstörung derselben im Boden angewandt werden können. Dazu müssen allerdings noch Versuche zur Ermittlung der Zeit und Art der Anwendung der betreffenden Mittel, sowie über die Kosten der Bekämpfung und ihren Erfolg durchgeführt werden.

XI. Kulturmaßnahmen

Das Fernhalten der Käfer von den Pflanzen durch Kulturmaßnahmen ist unmöglich. Dagegen ist es möglich, die schädigende Wirkung des Blattfraßes auf das Pflanzenleben durch eine reichliche Düngung der Pflanzen in der Zeit der Bestellung aufzuheben oder zu mildern.

Die Eier und Larven des Schädlings können dagegen durch Verschlechtern ihrer Lebensbedingungen eingeschränkt werden. Dazu gibt es folgende Möglichkeiten: 1. Nachdem die Pflanzen um die Zeit des Haupterscheinens der Käfer verhältnismäßig hochgewachsen sind, wird rings um ihre Basis Erde angehäuft, die später, ungefähr Ende Mai, mit der Hacke wieder entfernt wird. Dadurch werden die in der Nähe der Pflanzen abgelegten Eier entfernt und an trockene Stellen gebracht, wo sie an Mangel an Feuchtigkeit zu Grunde gehen. 2. Während der Bewässerung wird durch entsprechende Anordnung der Bewässerungsrinnen dafür gesorgt, daß das Wasser nicht unmittelbar mit dem Stengel der Pflanzen in Berührung kommt oder in seiner unmittelbaren Nähe fließt, sondern in einer Entfernung von 15—20 cm. Dadurch wird verhindert, daß die Eier sehr nahe an den Pflanzen auf feuchten, für ihre Entwicklung günstigen Boden abgelegt werden. Endlich hilft eine rechtzeitige und kräftige Düngung mit leichtlöslichen Düngemittel bei nicht zu starkem Befall den Pflanzen dazu, durch Austreiben von neuen Wurzeln den Befall zu überwinden.

Das Umbrechen der stark verseuchten Zuckermelonenkulturen ist empfehlenswert, wenn es unmittelbar nach dem Ausbruch des Befalls durchgeführt wird, während diese Maßnahme, wenn sie später durchgeführt wird, keinen Wert hat, weil dann die verschiedenen Stadien des Käfers zur vollen Entwicklung gelangt sind und daher den Boden verlassen haben.

Ich bin verschiedenen Herren für freundliche Hilfen und Auskünfte zu Dank verpflichtet: So dem Direktor des Instituts, Dr. K. NEYROS für alle die verschiedenartigen Mittel, die er mir für die Durchführung der Arbeit zur Verfügung stellte. Weiter danke ich den Herren Kollegen N. KALANTSAKOS, I. ZERVOS und P. GIKAS herzlich für ihre auf verschiedene Weise geleistete Hilfe. Ferner bin ich meinem verehrten Lehrer, Prof. Dr. K. Th. ANDERSEN (Freising bei München), für seine Auskünfte über die Art des Schädlings zu Dank verpflichtet, Herrn Reg.-Rat Dr. FRIEDR.

ZACHER (Berlin-Dahlem) für die Nachbestimmung der Milbenart „Histiostoma", dem Büro für Entomologie des United States Department of Agriculture (Washington, D. C.), dem zoologischen Institut der Akademie der Wissenschaften zu Leningrad, dem Imperial Agricultural Research Institute zu Dehli (Indien) und dem landwirtschaftlichen Direktorat des Ministeriums von Irak für ihre Auskünfte über die vorliegende Literatur über den Schädling, Herrn Spyros KOKKOLIS (Karzhi-Indien) für seine wertvollen Auskünfte über die meteorologischen Verhältnisse und die Kulturmethoden der Zuckermelonen in Indien. Verbindlichsten Dank bin ich ebenfalls Herrn Prof. Dr. G.-M. SCHWAB schuldig für die sprachliche Durchsicht der Arbeit und Herrn D. DAVIS für die naturgetreue Wiedergabe der Zeichnungen.

Schrifttum

ANAGNOSTOPULOS, P., Agrotiki Zoi Bd. II. Athen 1931.

ANDERSEN, K. TH., Monographien zur angew. Entomologie 6, 1931. Berlin.

BALACHOWSKY, A., u. MENSIL, L., Les Insectes Nuisibles aux Plantes Cultivées Bd. 2. Paris 1936.

BALFOUR, E., The Agricultural Pests of India and of Eastern a. Southern Asia. London 1887.

BODENHEIMER, F. S., Die Schädlingsfauna Palästinas. Beihefte z. Zeitschr. f. angew. Entom. Nr. 10, 1930.

— — Studien zur Epidemiologie und Physiologie der afrikanischen Wanderheuschrecke „*Schistocerca gregaria* Forsk". Zeitschr. f. angew. Entomologie Bd. 15, 3, 1929.

COTES, E. C., Further otes on Insect Pests; 14. Short Notes on Miscellaneous Pests (Indian Museum Notes Vol. I), 1889—1891.

— — A conspectus of the Insects which affect Crops in India. Indian Museum Notes Vol. II), 1891—1893.

FLETCHER, T., Bainbrigge Some South Indian Insects 1914.

HALLER, G., Zur Kenntnis der Tyroglyphen und Verwandten. Zeitschr. wiss. Zoologie Bd. 34, 1880.

HAMLIN, REED u. PHILIPPS, Biology of the Indian Meal Moth on dried fruits in California. U. S. Dept. Agric. Bull. 242. Washington 1921.

HITTENDEN, F. H., The striped cucumber beetle (*Diabrotica vittata* Fb.) and its control. U. S. Dept. Agric. Farmers Bull. 1038, 1919.

HASE, A., Anzeiger für Schädlingskunde 1928.

HUSAIN u. SHAH, The Red Pumpkin Beetle usw. Memoirs of the Dept. of Agric. in India Vol. IX, N. 4, 1926.

LEFROY, H. u. MAXWELL, Indian Insect Pests 1906.

— — Indian Insect Life P. 362, 1909.

LEHMENSICK u. LIEBERS, Zeitschr. f. angew. Entomologie Bd. 24, S. 587, 1938.

MEYET, Les insectes de la vigne, Montpellier et Paris 1890.

MICHAEL, A. D., Britisch *Tyroglyphidae* Bd. 1 u. 2. London 1901—1903.

— — The Hypopus Question, or the Life History of certain Acarina. Journ. Linn. Soc. Zool. Bd. 17, 1884.

— — Researches into the life histories of *G. domesticus* and *G. spinipes*. Journ. Linn. Soc. Zool. Bd. 20, 1888.

NORRIS, M., The structurs and operation of the reproductive organs of the genera *Plodia* and *Ephestia*. Proc. Zool. Soc. London 1932.

OBOUSSIER, Beiträge zur Biologie und Anatomie der Wohnungsmilben. Zeitschr. f. angew. Entomologie Bd. 26, 1939.

PAVLAKOS, J. G., Experimentelle Untersuchungen über Biologie und Ökologie des Kornkäfers (*Calandra granaria* L.). Dissertation Techn. Hochschule München 1931.

— — Agrotikos Tachydromos II. 275, 1935.

REUTER, ENZIO, Zur Morphologie und Ontologie der Acariden. Acta Soc. Fennic. Helsingfors 1909.

SAREGIANNIS, Chronica benak. phytopatholg. Institutu H. 2, 1939. Athen.

SCHULZE, J. H., Neugriechenland. Ergänzungsheft zur „Petersmann Mitteilungen" Nr. 233, S. 351. Jena 1937.

SIYAZOW, Khlopkovoe Delo VII, S. 790, 1928.

STELLWAAG, F., Die Weinbauinsekten der Kulturländer. Berlin, Verlag Paul Parey, 1928. S. 512.

TROUESSART, Sur la coexistence de deux formes d'Hypopus dans une même espèce chez les Acariens du genre *Trichotarsus* C. R. Bd. 56.

Aus dem Institut für Forstschutz der Kön.-Ung. Palatin-Josef-Universität für technische und Wirtschaftswissenschaften. Leiter: ARTHUR KELLE

Beiträge zur Kenntnis der Wirte von Schlupfwespen

Von

Dr. János Györfi

Der Gedanke, im Kampfe gegen die Insektenschädlinge die Mithilfe der nützlichen Insekten zu verwerten, ist sehr alt. Im Laufe der fortschreitenden Forschung wurden viele nützliche Insekten bekannt, mit deren Hilfe man die Vermehrung der Schädlinge zu verhindern, oder bei Massenvermehrung die erfolgreiche Bekämpfung einzelner Arten erhoffte. Im Anfang wurden nur von den Raubinsekten Ergebnisse erwartet, später jedoch, als der Nutzen der Parasiten erkannt wurde, gelangten diese, und davon in erster Linie die Schlupfwespen in den Vordergrund. Damit begann die sogenannte biologische Bekämpfung, und es wurde die Frage gestellt, ob es nicht möglich wäre, die nützlichen Insekten auf künstlichem Wege zu vermehren und mit deren Hilfe diesen oder jenen Schädling gänzlich auszuschalten.

Ohne Zweifel erlangte man in einigen Ausnahmefällen Ergebnisse, besonders gegen eingeschleppte Schädlinge. Trotzdem kann die gestellte Frage nicht ohne weiters bejaht werden, da die Ökologie viele komplizierte Probleme aufwirft, die nicht außer Betracht gelassen werden dürfen. Außerdem gelangte man im Laufe der epidemiologischen Forschung in den Besitz vieler Angaben, deren Kenntnis früher unbekannt war.

Es ist erwiesen, daß die Umgebung auf das im Freien lebende Insekt von ständiger Einwirkung ist. Eine ganze Reihe ökologischer Faktoren gelangt zur Wirkung, der sich weder der Schädling noch der Parasit entziehen kann. Diese Faktoren sind natürlich nicht von gleicher Bedeutung. Am wichtigsten sind die Witterung, das Klima und die Ernährungsmöglichkeiten. Es sind dies jene Faktoren, die die Vermehrung der Insekten verhindern bzw. fördern.

Die Forschungen des letzten Jahrzehnts haben zu dem Ergebnis geführt, daß man im Falle einzelner Schädlinge jene mehrjährige Periode kennen muß, innerhalb deren eine Massenvermehrung des Schädlings zu erwarten ist. Auf Grund mehrjähriger, kontrollierter Beobachtungen des Verfassers, kann behauptet werden, daß die Schädlingsvermehrung in erster

Linie von der Witterung regiert wird. Der Einfluß anderer biotischer oder abiotischer Faktoren ist neben den Witterungseinflüssen verschwindend klein.

Noch diesen Beobachtungen spielen die Schlupfwespen die Rolle eines einschränkenden Faktors, der nicht unterschätzt werden darf. Die Überschätzung wäre aber genau so verfehlt. Die Wirkung der Parasiten ist desto größer, in je jüngerem Entwicklungsstadium die Wirte angefallen werden. Leben die Parasiten in späteren Entwicklungsstadien des Wirtes, ist die Einwirkung verhältnismäßig geringer. Am nützlichsten sind die Eierparasiten, weil sie das Entschlüpfen der Schädlinge verhindern und dadurch die Schädigung im Keime ersticken. Die Larvenparasiten können den Schädlingsfraß nicht verhindern, da die Raupen und verschiedenen Larven sich ernähren müssen, um in ihrem Leibe den Parasiten aufzuziehen. Diese, sowie die Puppenparasiten können den Schaden im laufenden Jahre nicht verhindern, sondern sie wirken nur auf die spätere Vermehrung eindämmend. Dasselbe bezieht sich auch auf die Imaginalparasiten.

Wir können jedoch noch weiter gehen. Eine ganze Reihe von Untersuchungen zeigt, daß die Parasiten in erster Linie Wirte, die aus irgendeinem Grunde krank, schwächlich oder zur Infektion neigen, vorzugsweise anfallen. Die erfolgreiche Infektion ist eine Funktion der Prädisposition. Die Schädlinge fallen Parasiten dann massenhaft zum Opfer, wenn infolge des Hungers, oder der Witterung unverkennbare Degenerationserscheinungen auftreten. Es genügt auf den bei Massenvermehrung entstandenen Kahlfraß und die durch nachfolgendes Hungern degenerierten Schwammspinnerraupen hinzuweisen.

Es kann nun gefragt werden, ob die Schlupfwespen überhaupt eine wirtschaftliche Bedeutung besitzen? Diese Frage muß bejaht werden, denn wie die einschlägigen Untersuchungen nachweisen, tragen die Schlupfwespen zur Erhaltung des Gleichgewichtes der Lebensgemeinschaft viel bei. In dieser Beziehung ist ihre Mithilfe sehr hoch zu veranschlagen. Erfolgte Störungen des Gleichgewichtes vermögen sie jedoch nicht auszugleichen.

Bekannterweise sind die Schlupfwespen zum größten Teil polyphag; sie leben daher außer dem Hauptwirt auch in zahlreichen Zwischenwirten. Der Mangel an Zwischenwirten kann die Tätigkeit der Parasiten stark einengen, sogar vollkommen zum Stillstand bringen. Dies ist die Enklärung dafür, daß in Kulturgebieten, wo wenig Pflanzenarten vorkommen, die Schädlinge in Reinbeständen unter günstigeren Verhältnissen sich leichter vermehren, als in Gebieten, die an Pflanzenarten reicher sind, da in ersteren die Parasiten fehlen, die eine einengende Rolle spielen.

Wollen wir die Arbeit der Parasiten besser ausnützen, müssen wir außer den Hauptwirten auch die Zwischenwirte kennen. In vielen Fällen leben die Zwischenwirte gar nicht auf Kulturpflanzen, sondern auf Un-

kräutern. Bei der Erforschung der Zwischenwirte müssen wir unsere Aufmerksamkeit auch den Parasiten der auf unbedeutenden Pflanzen lebenden Insekten zuwenden. Diese Frage kann mit langwierigen Zuchtversuchen geklärt werden. Je häufiger die Untersuchungen mit Material recht verschiedener Herkunft ausgeführt werden, um so genauer und zuverlässiger sind die Ergebnisse. Die endgültige Lösung kann mit Zusammenfassung mehrerer Versuchsergebnisse erfolgen. Bei Zuchtversuchen muß darauf geachtet werden, daß der Parasit tatsächlich aus dem bestimmten Schädling erzogen wird, und man es nicht mit einem Hyperparasiten zu tun hat, oder — was besonders bei Insekten mit verborgener Entwicklung häufig vorkommen kann — daß im fraglichen Pflanzenteil außer dem vermuteten Schädling noch andere Wirte anwesend sein können, die als Krankheitsursache nicht in Betracht kommen. Darum ist die sogenannte Reinzucht notwendig. Die pantophagen Fälle, d. h. jene Erscheinungen, wenn derselbe Parasit in verschiedenen Insekenordnungen lebt, müssen mit einer gewissen Reserve aufgenommen werden, da es schon vorkam, daß man es nicht mit einer Reinzucht zu tun hatte.

In vorliegender Arbeit werden die Ergebnisse mehrjähriger Züchtungsversuche zusammengefaßt. Es gelang im Laufe der Versuche mehrere Arten herauszuzüchten, deren Wirt bisher vollkommen unbekannt, oder der Parasit in Verbindung mit einem anderen Wirte bekannt war.

Die Aufzählung enthält den Fundort und die Jahreszahl, wann und von wo der Wirt gesammelt wurde. Weiter werden die Nährpflanzen des Wirtes, sowie bei sekundären Schädlingen auch der Umstand erwähnt, der die Schädlingsvermehrung auslöste. In erster Linie ging das Bestreben danach, die Schlupfwespenparasiten forst- und landwirtschaftlich schädlicher Insekten zu erforschen. Aber gerade mit Rücksicht auf das Problem der Zwischenwirte, wurden die Parasiten wirtschaftlich unbedeutender Insektenarten auch nicht vernachlässigt.

Folgend werden in systematischer Reihenfolge zuerst die Wirte angeführt, die den Versuchen zur Grundlage dienten, dann werden die Parasiten mit den Wirten zusammen gegeben.

Systematisches Wirtsverzeichnis

A. Insecta

Ordnung: Orthoptera. Geradflügler

Familie: Blattidae. Schaben

1. Ectobia lapponica L. Sopron, 1938: *Brachigaster minus* Ol.

Familie: Mantidae. Fangschrecken

1. Mantis religiosa L. Sopron, 1940: *Podagrion splendens* Spin. (Lebt in den Eiern).

Ordnung: Coleoptera. Käfer

Familie: Carabidae. Laufkäfer

1. Calosoma inquisitor L. Sopron, 1938: *Phenoserphus viator* F.

Familie: Buprestidae. Prachtkäfer

1. Chalcophora mariana L. Sopron, 1939. Aus einem alten Kiefernstubben: *Ephialtes dux* Tschek.
2. Anthaxia quadripunctata L. Izsák, 1937. Aus Pinus silvestris nach der Schädigung von *Lophyrus similis* Htg.: *Spathius brevicaudis* Rtzb.
3. Anthaxia manca F. Répcelak, 1935. Aus Ulmus campestris nach Flußregulierung: *Eusandalum inerme* Rtzb.
4. Chrysobothris affinis F. Pilismarót, 1938. Unter der Rinde einer absterbenden alten Fagus silvatica: *Vipio appellator* Nees.
5. Agrilus viridis L. Debrecen, 1939. Aus Stockausschlägen von Quercus pedunculata: *Rhopalicus guttatus* Rtzb.

Familie: Anobiidae. Klopfkäfer

1. Ptilinus pectinicornis L. Sopron, 1939. Aus dem Stamme einer infolge Dürre absterbenden Ulmus montana: *Demophorus robustus* Brischke.

Familie: Carambycidae. Bockkäfer

1. Rhagium inquisitor L. Ágfalva, 1939. Aus dem Stamme einer absterbenden Picea excelsa: *Ischnocerus rusticus* Grv.
2. Rhagium bifasciatum F. Ágfalva, 1939. Aus dem Stamme einer alten Picea excelsa: *Coelobracon initiator* Nees.
3. Leptura maculata Poda. Horpács, 1939. Aus Stockausschlägen von Betula alba: *Coelobracon Neesi* Marsh.
4. Cerambyx Scopolii Füssl. Pálháza, 1938. Aus einem Stamme von Fagus silvatica nach Wildverbiß: *Helcon aequator* Nees.
5. Pyrrhidium sanguineum L. Valkó, 1938. Aus Stockausschlägen von Quercus pedunculata: *Xylonomus filiformis* Grv., *Xorides nitens* Grv.
   — Sopron, 1940. Aus Stockausschlägen von Quercus cerris: *Doryctes gallicus* Reinh.
6. Callidium aeneum Deg. Brennberg, 1938. Aus Fichtenstämmen nach der Schädigung durch Fomes annosus: *Lissonota nigra* Brischke.
   — Sopron, 1938. Aus dem Stamme einer Windwurffichte: *Helcon tardator* Nees.
7. Callidium violaceum L. Ágfalva, 1940. Aus dem Stamme einer Fichte nach Wildverbiß: *Helcon carinator* Nees. und *tardator* Nees.

8. Hylotrupes bajulus L. Sopron, 1939. Aus einem Kiefernklotz: *Ephialtes manifestator* L., *Doryctes leucogaster* Nees.
9. Plagionotus arcuatus L. Valkó, 1938. Aus Scheitholz von Quercus cerris: *Doryctes gallicus* Reinh.
   — Sopron, 1938. Aus Stockausschlägen von Quercus pedunculata: *Echtrus reluctator* L.
10. Acanthocinus aedilis F. Németmokra, 1940. Aus gefällten, ungeschälten Fichtenstämmen: *Echtrus reluctator* L.
   — Tiszabogdány, 1940. Aus gefällten, ungeschälten Fichtenstämmen: *Xylonomus filiformis* Grv., *Coelobracon initiator* Nees., *Doryctes imperator* Hal.
11. Pogonochaerus fascicularis Deg. Sopron, 1934. Aus abtrocknenden Kiefernästen: *Cenocoelius agricolator* L.
12. Saperda calcharias L. Tompa, 1937. Aus Populus canadensis: *Ephialtes manifestator* L., *Coelobracon Neesi* Marsh.
13. Saperda punctata L. Hédervár, 1938. Aus Populus nigra: *Doryctes longicaudis* Gir.
14. Stenostola ferrea Schrk. Brennberg, 1936. Aus dem Stamme einer dürren Tilia parvifolia: *Coelobracon initiator* Nees.

Familie: Chrysomelidae. Blattkäfer

1. Crioceris asparagi L. Sopron, 1939. Auf Asparagus officinalis: *Necremnus leucarthros* Thoms.

Familie: Curculionidae. Rüsselkäfer

1. Byctiscus populi L. Sopron, 1938. Aus zusammengerollten Blättern von Populus robusta: *Brachymeria vitripennis* Först.
2. Pissodes notatus F. Kecskemét, 1938. Aus Jungkiefernstämmen nach Engerlingfraß: *Bracon discoideus* Wesm.
3. Ceutorrhynchus marginatus Gyll. Sopron, 1939. Auf Medicago sativa: *Trichomalus fasciatus* Thoms.
4. Balaninus glandium Mrsh. Valkó, 1937. Aus Eicheln von Quercus cerris: *Pimpla calobata* Grv.
5. Apion craccae L. Sopron, 1940. Auf Trifolium pratense: *Pseudotorymus apionis* Mayr.

Familie: Ipidae. Borkenkäfer

1. Eccoptogaster scolytus F. Szany, 1938. Aus Ulmus campestris nach Dürreperiode: *Ecphylus eccoptogastri* Rtzb., *Doryctes pomarius* Reinh., *Chiropachys quadrum* F.
2. Eccoptogaster multistriatus Marsh. Hövely, 1938. Aus Ulmus campestris nach Dürreperiode: *Dendrosoter protuberans* Nees.
3. Eccoptogaster Ratzeburgi Jans. Nyirád, 1939. Auf einer alten Betula alba: *Coeloides scolyticida* Wesm.

4 Eccoptogaster intricatus Koch. Visegrád, 1938. Aus Stockausschlägen von Quercus sessiliflora: *Cleonymus cyanescens* Först., *Pachyceras xylophagorum* Rtzb.

5. Eccoptogaster rugulosus Rtzb. Sopron, 1938. Aus den Ästen einer alten Prunus domestica: *Dendrosoter protuberans* Nees.

6. Blastophagus piniperda L. Bakonyjákó, 1936. Aus Pinus silvestris nach Schneebruch: *Dendrosoter Middendorffi* Rtzb., *Doryctes imperator* Hal.

— Zirc, 1938. Aus Pinus silvestris nach Schädigung durch Armillaria mellea: *Coeloides abdominalis* Zett.

— Kecskemét, 1938. Aus Pinus nigra nach Dürreperiode: *Dendrosoter Middendorfi* Rtzb.

— Surd, 1938. Aus Pinus silvestris nach Schädigung durch Fomes annosus: *Dinotus bidentulus* Thoms.

7. Blastophagus minor Htg. Surd, 1937. Aus Pinus silvestris nach Schädigung durch Fomes annosus: *Habrobracon instabilis* Mrsh.

— Gödöllö, 1938. Aus Pinus maritimus nach Schädigung durch Fomes annosus: *Spathius brevicaudis* Rtzb.

8. Hylesinus fraxini Panz. Várpalota, 1939. Aus Stammstücken einer Fraxinus excelsior von trockenem, kalkigen Standort: *Spathius exarator* L., *Dendrosoter protuberans* Nees., *Eurytoma flavovaria* Rtzb.

— Osli, 1939. Aus Fraxinus excelsior nach Flußregulierung: *Ceoloides filiformis* Rtzb., *Hecabolus sulcatus* Curt.

9. Pityogenes chalcographus L. Ágfalva, 1938. Aus Fichtenstämmen nach Windbruch: *Spathius brevicaudis* Rtzb., *Rhopalicus suspensus* Rtzb., *Entedon geniculatus* Rtzb.

10. Ips sexdentatus Boern. Keszthely, 1938. Aus Pinus nigra nach Schädigung durch Armillaria mellea: *Coeloides bostrychorum* Gir.

— Gödöllö, 1939. Aus Pinus silvestris nach Schädigung durch Fomes annosus: *Rhopalicus suspensus* Rtzb.

11. Ips typographus L. Sopron, 1938. Aus Picea excelsa nach Schädigung durch Fomes annosus: *Coeloides scolyticida* Wesm., *bostrychorum* Gir., *Spathius brevicaudis* Rtzb.

— Ágfalva, 1938. Aus Picea excelsa nach Wildverbiß: *Rhopalicus suspensus* Rtzb.

— Ágfalva, 1939. Aus Picea excelsa nach Wildverbiß: *Dendrosoter Middendorffi* Rtzb.

12. Ips laricis F. Ágfalva, 1939. Aus Pinus silvestris nach Schneebruch: *Rhopalicus suspensus* Rtzb.

— Sopron, 1940. Aus Pinus silvestris nach Schneebruch: *Eusandalum abbreviatum* Rtzb., *Rhopalicus guttatus* Rtzb., *Pteromalus abieticola* Rtzb.

13. Ips cembrae Heer. Ágfalva, 1939. Aus Larix europaea nach Schneebruch: *Habrobracon palpebrator* Rtzb.

14. Xyleborus monographus F. Keszthely, 1938. Aus Stockausschlägen von Quercus pedunculata: *Pachyceras xylophagorum* Rtzb.

Ordnung: Hymenoptera. Hautflügler

Familie: Pamphiliidae. Gespinstblattwespen

1. Acantholyda erythrocephala L. Sopron, 1939. Auf Pinus nigra: *Monodontomerus obsoletus* F.

Familie: Tenthredinidae. Blattwespen

1. Allantus arcuatus Först. Bükk, 1937. Auf Bupleurum falcatum: *Lagarotus semicaligatus* Grv.
2. Macrophya duodecimpunctata L. Kapuvár, 1934. Auf Alnus glutinosa: *Scopesus rufolabris* Zett.
3. Strongylogaster xanthocera Steph. Ágfalva, 1938. Auf Pteridium aquilinum: *Alexter niger* Grv.
4. Lygaeonematus abietinus Chr. Surd, 1938. Auf Picea excelsa: *Monodontomerus obsoletus* F.
5. Pristiphora conjugata Dahlb. Sopron, 1938. Auf Blättern von Populus canadensis: *Mesoleius armillatorius* Grv., *Mesochorus semirufus* Holmgr. (Hyperparasit von *Mesoleius armillatorius* Grv.).
6. Lophyrus sertifer Geoffr. Szeged, 1939. Auf Pinus silvestris: *Monodontomerus obsoletus* F.
7. Lophyrus pini L. Sopron, 1940. Auf Pinus silvestris: *Spalangia nigra* Latr. (Hyperparasit von *Tachina larvarum*).
8. Lophyrus similis Htg. Izsák, 1938. Auf Pinus silvestris: *Monodontomerus dentipes* Dalm.
   — Sopron, 1939. Auf Pinus silvestris: *Exenterus cingulatorius* L., *Microplectron fuscipennis* Zett.
9. Cimbex lutea L. Kelebia, 1938. Auf Populus nigra: *Opheltes glaucopterus* L.
10. Arge pagana Panz. Sopron, 1939. Auf Rosa sp.: *Scolobates auriculatus* F.

Familie: Siricidae. Holzwespen

1. Paururus juvencus L. Sopron, 1938. Aus Pinus silvestris nach Schneebruch: *Pristaulacus Schlettereri* Kief.

Familie: Cynipidae. Gallwespen

1. Rhodites eglanteriae Htg. Zirc, 1938. Auf Rosa canica: *Eupelmus urozonus* Dalm.
2. Rhodites rosae L. Fertörákos, 1938. Aus Gallen von Rosa canina: *Callimone rosarum* Hffm.

— Fertörákos, 1930. Aus Gallen von Rosa canina: *Orthopelma luteolator* Grv., *Callimome bedeguare* L., *Oligostenus stigma* F., *Eupelmus urozonus* Dalm., *vesicularius* Retz.

— Sopron, 1940. Aus Gallen von Rosa canina: *Orthopelma luteolator* Grv., *Callimome bedeguare* L., *Eurytoma rosae* L., *Habrocytus bedeguaris* Thoms., *Caenacis inflexa* Rtzb., *Tetrastichus xanthops* Rtzb.

— Nyirád, 1940. Aus Gallen von Rosa canina: *Orthopelma luteolator* Grv., *Callimome bedeguare* L., *Oligostenus stigma* F., *Habrocytus bedeguaris* Thoms.

3. Aylax papaveris Perris. Fertöboz, 1939. In Gallen von Papaver somniferum: *Lochites papaveris* Först.

4. Biorrhiza pallida Ol. Köszeg, 1938. Auf Quercus sessiliflora: *Tetrastichus cecidomyidae* Rtzb.

— Sopron, 1939. Auf Quercus sessiliflora: *Syntomaspis littaratus* Walk.

5. Trigonaspis megaptera Panz. Sopron, 1938. Auf Quercus pubescens: *Syntomaspis saphyrina* Thoms.

6. Cinips caput-medusae Htg. Nyirád, 1940. Auf Quercus pedunculata: *Ormyrus tubulosus* Fonsc., *Megastigmus stigmaticans* F., *Eurytoma rosae* L., *Decatoma biguttata* Swed., *Cecidostiba leucopesa* Rtzb., *Caenacis incrassata* Rtzb., *Olinx trilineata* Mayr.

— Fertörákos, 1940. Auf Quercus pedunculata: *Megastigmus dorsalis* F., *Eurytoma rosae* L., *Caenacis incrassata* Rtzb., *Megaspilus sp.?*

7. Cinips hungarica Htg. Nyirád, 1940. Auf Quercus pedunculata: *Ormyrus punctiger* Westw., *Megastigmus dorsalis* F., *Eurytoma rosae* L., *Nobbei* Mayr., *Decatoma biguttata* Swed., *Cecidostiba leucopesa* Rtzb., *Caenacis incrassata* Rtzb.

8. Cynips Kollari Hrtg. Sopron, 1940. Auf Stockausschlägen von Quercus pedunculata: *Megastigmus stigmaticans* F., *Cecidostiba leucopesa* Rtzb.

— Fertörákos, 1940. Auf Stockausschlägen von Quercus pedunculata: *Ormyrus tubulosns* Fonsc., *Callimome regium* Nees., *Megastigmus dorsalis* F., *Eurytoma rosae* L., *Eupelmus vesicularis* Rtzb., *Eupelmus spongipartis* Först., *Cecidostiba leucopesa* Rtzb., *Caenacis inflexa* Rtzb., *grandiclava* Thoms.

9. Cynips lignicola Htg. Kövesd, 1938. Auf Stockausschlägen von Quercus sessiliflora: *Eutelus xanthocerus* Thoms.

10. Andricus curvator Htg. sex. Gen. Surd, 1939. Auf Quercus pedunculata: *Megastigmus stigmaticans* F.

11. Andricus tostaceipes Htg. ag. Gen. (A. Sieboldi Htg.) Surd, 1939. Quercus pedunculata: *Pleurotropis cribrifrons* Thoms.

12. Diplolepis quercus-folii L. sex. Gen. Nyirád, 1938. Auf Quercus pedunculata: *Eupelmus vesicularis* Retz.

— Ágfalva, 1939. Auf Blättern von Quercus pedunculata: *Eurytoma nodularis* Boh.

13. Diplolepis quercus-folii L. ag. Gen. (*D. scutellaris* Ol.) Sopron, 1939. Auf Quercus pedunculata: *Syntomaspis littoratus* Walk.
14. Diplolepis pubescentis Mayr. Sopron, 1938. Auf Quercus pubescens. *Eupelmus spongipartus* Först.

Familie: Sphecidae. Grabwespen

1. Rhopalum tibiale F. Sopron, 1935. Aus abgestorbenen und pilzbefallenen Ästen von Quercus pedunculata: *Perithous varius* Grv.
2. Rhopalum clavipes L. Fertörákos, 1939. Aus Gallen von *Cynips hungarica* Htg.: *Gasteruption terrestre* Tuorn.
3. Pemphredon lugubris Latr. Surd, 1938. Aus von *Sciapteron tabaniforme* Rott. befallenen und ausgehöhlten Ästen von Populus balsamifera: *Perithous varius* Grv.
   — Nyirád, 1940. Aus Gallen von *Cynips Kollari* Htg.: *Gasteruption flaveolatum* Schlett.
4. Pemphredon luctuosus Shuck. Sopron, 1940. Aus einem morschen Stamme von Salix babilonica: *Gasteruption flaveolatum* Schlett.
5. Diodontus tristis Lind. Sopron, 1938. Aus einem von *Polystictus versicolor* stark befallenen und von *Cossus cossus* L. durchbohrten Stamm von Salix babilonica: *Stenaraeus gladiator* Scop.
6. Trypoxylon figulus L. Gödöllö, 1938. Aus trockenen Ästen von Pinus silvestris: *Perithous mediator* F.
   — Sopron, 1939. Aus dem Stocke von Rubus idaeus: *Gasteruption affectator* L.

Familie: Apidae. Bienen

1. Osmia leucomelaena Kirby. Fertörákos, 1940. Aus dem Stocke von Rubus caesius: *Gasteruption vagepunctatum* Costa.
2. Megachile centuncularis L. Sámson, 1937. Aus einem Rohrdach: *Monodontomerus nitidus* Newp.
3. Xylocapa violacea L. Sopron, 1936. Aus einem dürren Fichtenstamm: *Perithous mediator* F., *Gasteruption rubricans* Guér.

Ordnung: Diptera. Zweiflügler

Familie: Cecidomyiidae. Gallmücken

1. Clinodiplosis piceae Kieff. Sopron, 1940. Aus Zapfen von Picia pungens: *Callimome azureum* Boh.
2. Perrisia strobi Winnertz. Ipolyság, 1939. Aus Fichtenzapfen: *Callimome azureum* Boh.
   — Sopron, 1939. Aus Fichtenzapfen: *Hypocampsis contorticornis* Rtzb.
   — Sopron, 1940. Aus Fichtenzapfen: *Eutelus piceae* Ruschka.
   — Volóc, 1941. Aus Fichtenzapfen: *Eutelus piceae* Ruschka., *tibialis* Westw.

3. Rhabdophaga salicina Meig. Sopron, 1939. Aus Stockausschlägen von Salix caprea: *Calliceras clavata* Rtzb.
4. Rhabdophaga rosaria Löw. Hédervár, 1938. Auf Salix viminalis: *Callimome tipulatarum* Zett.
5. Mikiola fagi Htg. Körmend, 1932. Aus Rotbuchenblattgallen: *Hyperteles elongatus* Först.
6. Lasioptera rubi Heeg. Aus Gallen von Rubus caesius: *Eupelmus urozonus* Dalm.
   — Bánfalva, 1940. Aus Gallen von Rubus caesius: *Aphanogmus gracilicornis* Först.
7. Lasioptera picta Meig. Hédervár, 1938. Aus Gallen von Rubus caesius: *Callimome abbreviatum* Boh., *Eupelmus flavipes* Först., *Tetrastichus Roesellae* De Geer.
   — Sopron, 1940. Aus Gallen von Rubus caesius: *Platygaster niger* Nees.

Familie: Stratiomyiidae. Waffenfliegen

1. Hoplodonta viridula F. Keszthely, 1935: *Monodontomerus obscurus* Westw.

Familie: Syrphidae. Schwebfliegen

1. Syrphus ribesii L. Felsöjózsa, 1940. Zwischen Blattläusen von Prunus domestica: *Bassus laetatorius* F.
2. Eristalomyia tenax L. Brennberg, 1938: *Brachymeria vicina* Walk.
   — Alsójózsa, 1940: *Aspilota ruficornis* Hal., *Diapria conica* F.

Familie: Lonchaeidae

1. Lonchaea chorea F. Sopron, 1936. Aus den Gängen von *Eccoptogaster scolytus* auf Ulmus montana: *Asmeadopria verticillata* Latr.

Familie: Trypetidae. Fruchtfliegen

1. Euribia cardui L. Hédervár, 1938. Aus Gallen von Cirsium cavum: *Callimome cyanimum* Boh., *Eurytoma tristis* Mayr., *curta* Walk., *robusta* Mayr., *Eupelmus spongipartus* Först., *Stenomalus muscarum* L., *Habrocytus berillinus* Dalm.

Familie: Agromyzidae. Minierfliegen

1. Phytomyza albiceps Meig. Surd, 1938. Aus Matricaria inodora: *Dacnusa rufipes* Nees., *Opius polyzonius* Wesm.

Familie: Anthomyiidae. Blumenfliegen

1. Anthomyia signata Brschk. Ágfalva, 1939. Aus Blättern von Pteridium aquilinum: *Figites scutellaris* Rossi.
2. Pegomyia nigritarsis Zett. Kalocsa, 1940. Aus Blättern von Rumex crispus: *Figites anthomyiarum* Bché.

Familie: Calliphoridae. Schmeißfliegen

1. Lucilia caesar L. Ágfalva, 1938: *Brachymeria obtusata* Först., *Fonscolombei* Duft.
2. Sarcophaga carnaria L. Brennberg, 1938: *Brachymeria Fonscolombei* Duft.

Ordnung: Lepidoptera. Schmetterlinge

Familie: Hyponomeutidae. Gespinstmotten

1. Hyponomeuta malinellus Zett. Brennberg, 1938. Auf Pirus malus: *Exochus mansuetor* Grv., *Tetrastichus evonymellae* Bché. — Felsöjózsa, 1940. Auf Pirus malus: *Angitia armillata* Grv.
2. Hyponomeuta padellus L. Sopron, 1940. Auf Pirus malus: *Exochus lentipes* Grv.

Familie: Phyllocnistidae. Saftschlürfer-Motten

1. Phyllocnitis suffusella Zett. Sopron, 1939. Aus Blättern von Populus alba: *Sympiesis sericeicornis* Nees.

Familie: Gracilariidae. Blattdüten-Motten

1. Lithocolletis oxyacanthae Frey. Sopron, 1938. Aus Blättern von Crataegus oxyacantha: *Apanteles flavolimbatus* Rtzb.
2. Litocolletis platani Reinh. Sopron, 1940/41. Aus Blättern von Platanus occidentalis: *Pimpla sagax* Htg., *Callimome frater* Thoms., *Habrocytus chlorogaster* Thoms., *Eulophus pectinicornis* L., *Sympiesis Feketei* Györfi., *Chrysocharis boops* Thoms., *petiolata* Först., *facialis* Först., *Closterocerus trifasciatus* Westw., *formosus* Westw., *Pleurotropis cribrifrons* Thoms., *strigiscuta* Thoms., *Tetrastichus cyclogaster* Rtzb., *flavovarius* Nees., *xanthopus* Rtzb.
3. Lithocolletis populifoliella Tr. Sopron, 1940. Aus Blättern von Populus alba: *Euplectrus bicolor* Swed.
4. Lithocolletis blancardella F. Kapuvár, 1938. Aus Blättern von Sorbus aucuparia: *Eulophus pectinicornis* F.

Familie: Aegeriidae. Glasflügler

1. Sciapteron tabaniforme Rott. Sopron, 1939. Aus jungen Stämmen von Populus robusta: *Meniscus bilineatus* Grv.

Familie: Tortricidae. Wickler

1. Evetria buoliana Schiff. Sopron, 1938. Aus Kiefernjungtrieben: *Entedon geniculatus* Rtzb., *Tetrastichus turionum* Htg. — Sopron, 1938. Aus Kiefernjungtrieben: *Chelonus obscurus* H. Sch.
2. Olethreutes hercyniana Tr. Sopron, 1934. Zwischen Tannennadeln, im Gespinst: *Microplitis semicircularis* Rtzb.
3. Epinotia ramella L. Sopron, 1938. Auf Trieben von Betula alba: *Phanerotoma dentata* Panz.

4. Pamene gallicolana Zett. Fertörákos, 1940. Aus Gallen von *Cynips Kollari* Htg.: *Perilampus tristis* Mayr.
5. Tortrix viridana L. Sopron, 1938. Auf Quercus pedunculata und sessiliflora: *Apanteles solitarius* Rtzb.
   — Sopron, 1939. Auf Quercus pedunculata: *Theronia atalanta* Poda., *Phytodietus segmentator* Grv., *Orgilus obscurator* Nees.

Familie: Pyralidae. Zünsler

1. Etiella zinckenella Tr. Szeged, 1938. Lebt in den Schoten von Robinia pseudacacia: *Phanerotoma dentata* Panz.
   — Fertöboz, 1939. Aus Schoten von Pisum sativum: *Pristomerus vulnerator* Grv.
2. Pyrausta sambucalis Schiff. Sopron, 1939. Auf Ligustrum vulgare: *Agathis nigra* Nees.

Familie: Anthroceridae. Widderchen

1. Anthrocera filipendula L. Hajduszentgyörgy, 1940. Auf Trifolium pratense: *Apanteles spurius* Wesm.
2. Anthrocera scabiosa Schw. Felsöjózsa, 1940. Auf Trifolium pratense: *Apanteles spurius* Wesm.

Familie: Arctiidae. Bärenspinner

1. Callimorpha quadripunctaria Poda. Surd, 1937. Auf Rubus idaeus: *Paniscus rossicus* Kok.

Familie: Geometridae. Spanner

1. Tephroclystia innotata Hufn. var. fraxinata Crewe. Osli, 1938. Auf Fraxinus excelsior: *Apanteles congestus* Nees., *Habrocytus microgasteris* Bchó. (Hyperparasit von *Apanteles congestus* Nees.).
2. Tephroclystia vulgata Hw. Sopron, 1940. Auf Rubus idaeus: *Meteorus scutellator* Nees.
3. Collix sparsata Tr. Hédervár, 1938. Auf Lysimachia vulgaris: *Apanteles rufircus* Hal.
4. Semiothisa signaria Hb. Gödöllö, 1938. Auf Abies concolor: *Ichneumon annulator* F.
5. Hibernia defoliaria L. Pécs, 1938. Auf Quercus sessiliflora: *Agrypon septemtrionale* Holmgr.
6. Anisopteryx aceraria Schiff. Sopron, 1938. Auf Blättern von Acer platanoides: *Zele testaceator* Curt.
7. Anisopteryx aescularia Schiff. Sopron, 1937. Auf Blättern von Quercus pedunculata: *Ophion minutus* Kriechb.

Familie: Noctuidae. Eulen

1. Acronycta leporina L. Sopron, 1939. Auf Betula alba: *Paniscus testaceus* Grv.

2. Acronycta megacephala F. Hódervár, 1938. Auf Populus virginiana: *Paniscus gracilipes* Thoms.
3. Acronycta aceris L. Sopron, 1939. Auf Aesculus hyppocastanum: *Sigsalphus inrorator* F., *Apanteles congestus* Nees.
4. Agrotis segetum Schiff. Alcsut, 1938: *Amblyteles vadatorius* Ill., *Meteorus rubens* Nees.
5. Agrotis vestigialis Rott. Horpács, 1938: *Ophion luteus* L., *Rhogas dimidiatus* Spin.
6. Agrotis pronuba L. Sopron, 1935. Auf Viola odorata: *Amblyteles amatorius* Müll.
   — Sopron, 1936. Auf Primula elatior: *Amblyteles quadripunctorius* Müll.
   — Ágfalva, 1939. Auf Viola odorata: *Ichneumon confusorius* Grv.
7. Agrotis fimbria L. Körmend, 1935. Auf Primula elatior: *Amblyteles amatorius* Müll., *Microplitis tuberculifera* Wesm.
8. Mamestra oleracea L. Keszthely, 1938. Auf Brassica oleracea: *Exetastes fornicator* F.
   — Sopron, 1940. Auf Brassica oleracea: *Enicospilus ramidulus* Grv., *Microgaster marginatus* Nees.
9. Mamestra pisi L. Harka, 1939. Auf Robinienpflanzen: *Coelichneumon leucocerus* Grv.
10. Mamestra tincta Brahm. Sopron, 1938. Auf Vaccinium myrtillus: *Amblyteles divisorius* Grv.
11. Mamestra trifolii Rott. Hajduszentgyörgy, 1940. Auf Trifolium pratense: *Exetastes cinctipes* Rtzb.
12. Hadena Solieri B. Sopron, 1937. Auf Cyclamen europaeum: *Exetastes fornicator* F.
13. Brotolomia meticulosa L. Kapuvár, 1932. Auf Urtica dioica: *Enicospilus ramidulus* Grv., *Microplites tuberculifera* Wesm.
14. Mania maura L. Sopron, 1934. Auf Alnus glutinosa: *Amblyteles atratorius* Thoms.
15. Leucania conigera F. Sopron, 1937. Auf Fragaria vesca: *Colpotrochia elegantula* Schrk.
16. Taeniocampa incerta Hufn. Debrecen, 1931. Auf Quercus pedunculata: *Apanteles congestus* Nees.
17. Panolis flammea Schff. Sopron, 1939. Auf Pinus silvestris: *Cryptus albatorius* Viel., *Telenomus phalaenarum* Nees.
18. Cucullia verbasci L. Zalahaláp, 1938. Auf Verbascum Thapsus: *Hybophorus aulicus* Grv.
19. Plusia gamma L. Keszthely, 1930. Auf Beta vulgaris: *Anomalon claripenne* Thoms.
20. Catocala electa Bkh. Magyaróvár, 1939. Auf salix viminalis: *Anomalon propugnator* Först.

21. Catocala nupta L. Keszthely, 1934. Auf Populus nigra: *Agrypon flaveolatum* Grv., *Apanteles congestus* Nees.

Familie: Drepanidae. Sichelflügler

1. Deprana falcataria L. Mátészalka, 1931. Auf Populus canadensis: *Parabatus virgatus* Fourc.

Familie: Lymantriidae. Trägspinner

1. Orgyia antiqua L. Sopron, 1939. Auf Quercus pedunculata: *Pimpla examinator* F.
2. Dasychira pudibunda L. Brennberg, 1940. Auf Fagus silvatica: *Pimpla examinator* F.
3. Stilpnotia salicis L. Hédervár, 1938. Auf Salix alba: *Mesochorus gracilis* Brischke (Hyperparasit von *Apanteles ultor* Reinh.), *Apanteles ultor* Reinh.
   — Sopron, 1940. Auf Populus Simoni: *Hemiteles bicolorinus* Grv. (Hyperparasit von *Apanteles solitarius* Rtzb.), *Apanteles solitarius* Rtzb.
4. Lymantria dispar L. Gödöllö, 1933. Auf Quercus cerris: *Pachyceras mirus* Walk. (Hyperparasit von *Tachina rustica* Meig.).
   — Nyirád, 1938. Auf Quercus cerris: *Monodontomerus aereus* Walk. (Hyperparasit von *Compsilura concinnata* Meig.).
5. Euproctis chrysorrhoea L. Brennberg, 1938. Auf Quercus sessiliflora: *Brachymeria intermedia* Nees.
   — Sopron, 1939. Auf Quercus pedunculata: *Apanteles lacteicolor* Vier.

Familie: Lasiocampidae. Glucken

1. Trichiura crataegi L. Devecser, 1931. Auf Prunus spinosa: *Eurylabus dirus* Wesm.
2. Malacosoma neustria L. Sopron, 1939. Auf Quercus pedunculata: *Agrypon flaveolatum* Grv., *Meteorus scutellator* Nees.
   — Fertörákos, 1939. Auf Quercus sessiliflora: *Ophion obscurus* F., *Apanteles spurius* Wesm.
3. Eriogaster lanestris L. Ágfalva, 1937. Auf Betula alba: *Metopius fuscipennis* Westw.
4. Lasiocampa quercus L. Sopron, 1939. Auf Quercus pedunculata: *Ophion minutus* Kriechb., *Exochilum giganteum* Grv., *Brachymeria femorata* Panz. (Wahrscheinlich Hyperparasit von *Echinomyia grossa* L.).
5. Gastropacha quercifolia L. Sopron, 1938. Auf Quercus pedunculata: *Exochilum giganteum* Grv.
6. Dendrolimus pini L. Sopron, 1938. Auf Pinus silvestris: *Ophion luteus* L., *Exochilum circumflexum* L.
   — Sopron, 1939. Auf Pinus silvestris: *Ophion obscurus* F.

Familie: Endromididae. Frühlingsspinner

1. Endromis versicolora L. Sopron, 1938. Auf Alnus glutinosa: *Absyrtus luteus* Holmgr.

Familie: Notodontidae. Zahnspinner

1. Cerura vinula L. Sopron, 1938. Auf Populus canadensis: *Ophion luteus* L., *Hemiteles crassicornis* Grv. (Hyperparasit von *Apanteles affinis* Nees.), *Apanteles affinis* Nees., *Tetrastichus rupo* Walk. (Hyperparasit von *Apanteles affinis* Nees.), *Habrocytus microgasteris* Bché. (Hyperparasit von *Apanteles affinis* Nees.).
   — Hódervár, 1938. Auf Populus canadensis: *Apanteles spurius* Wesm., *Tetrastichus rapo* Walk. (Hyperparasit von *Apanteles spurius* Wesm.).
2. Notodonta ziczac L. Magyaróvár, 1938. Auf Salix alba: *Exochilum circumflexum* L.
3. Pygaera curtula L. Mohács, 1939. Auf Salix alba: *Enicospilus merdarius* Grv.

Familie: Sphingidae. Schwärmer

1. Choerocampa elpenor L. Ágfalva, 1930. Auf Galium molugo: *Amblyteles fuscipennis* Wesm.
2. Sphinx pinastri L. Sopron, 1939. Auf Pinus silvestris: *Protichneumon pisorius* L.
3. Acherontia atropos L. Keszthely, 1932. Auf Solanum tuberosum: *Amblyteles fuscipennis* Wesm.
4. Smerinthus tiliae L. Sopron, 1939. Auf Tilia parvifolia: *Paniscus testaceus* Grv.
5. Smerinthus quercus Schiff. Sopron, 1939. Auf Quercus pedunculata: *Protichneumon fusorius* L.
6. Smerinthus populi L. Kisvárda, 1932. Auf Populus nigra: *Amblyteles monitorius* Panz.
   — Debrecen, 1940. Auf Populus nigra: *Banchus pictus* F.

Familie: Nymphalidae. Fleckenfalter

1. Apatura ilis L. Ágfalva, 1938. Auf Salix caprea: *Dinotomus pictus* Kriechb.
2. Limenitis populi L. Hollád, 1930. Auf Populus tremula: *Pimpla brassicariae* Poda.
3. Vanessa antiopa L. Ráckeve, 1932. Auf Populus alba: *Hoplismenus luteus* Grv. .
4. Argynnis Selene Schiff. Sopron, 1933. Auf Viola tricolor: *Amblyteles culpatorius* Grv.

Familie: Pieridae. Gelblinge

1. Aporia crataegi L. Sopron, 1940. Auf Pirus malus: *Pteromalus puparum* L.
2. Pieris napi L. Felsöjózsa, 1940. Auf Beta vulgaris: *Apanteles glomeratus* L.
3. Pieris brassicae L. Sopron, 1938. Auf Brassica oleracea: *Theronia atalantae* Poda., *Anilastus vulgaris* Tschek., *Apanteles glomeratus* L.
   — Szentgotthard, 1939. Auf Brassica oleracea: *Exetastes illusor* Grv.
4. Gonopteryx rhamni L. Sopron, 1936. Rhamnus cathartica: *Dinotomus lapidator* F.

Ordnung: Rhynchota. Schnabelkerfe

Familie: Pentatomidae. Baumwanzen

1. Chlorochroa pinicola M. et R. Kecskemét, 1935. Auf Pinus nigra: *Telenomus semistriatus* Nees.

Familie: Aphididae. Blattläuse

1. Macrosiphum rosae L. Sopron, 1939. Auf Rosa sp.?: *Aphidius rosarum* Nees., *Pachyneuron aphidis* Bché.
2. Macrosiphum ulmariae Schrk. Sopron, 1938. Auf Blättern von Ulmus campestris: *Aphidius fabarum* Marsh.
3. Hyalopterus pruni Rean. Fertörákos, 1938. Auf Blättern von Prunus persica: *Praon volucre* Hal., *Pachyneuron splendens* Först.
4. Peripyllus aceris L. Sopron, 1938. Auf Blättern von Acer platanoides: *Encyrtus aphidivorus* Mayr.
   — Balf, 1938. Auf Blättern von Acer platanoides: *Praon volucre* Hal., *Aphelinus flavus* Nees., *Charips victrix* Westw. (Hyperparasit von Praon volucre).

Familie: Coccidae. Schildläuse

1. Lecanium corni Bché. Sopron, 1938. Auf Prunus persica: *Cerapterocerus mirabilis* Westw.
   Sopron, 1940. Auf Robinia pseudacacia: *Hemicrisis ruficornis* Först.
2. Aulacaspis rosae Ckll. Sopron, 1939. Auf Rosa sp.: *Phaenodiscus aeneus* Dalm.
3. Eriococcus spurius Ldgr. Sopron, 1939. Auf Ulmus americana: *Pachyneuron coccorum* L.
4. Kermes quercus Ckll. Nyirád, 1938. Auf Quercus sessiliflora: *Encyrtus ferrugineus* Nees.
5. Physokermes coruli Ldgr. Lillafürod, 1938. Auf Quercus sessiliflora: *Blastothrix sericea* Dalm., *Psilophrys longicornis* Walk.
   — Sopron, 1938. Auf Aesculus hippocastanum: *Encyrtus sylvinus* Dalm.

6. Physokermes piceae Fern. Sopron, 1939. Auf Picea excelsa: *Encyrtus duplicatus* Nees., *cephalotes* Rtzb., *aeruginosus* Dalm.

B. Arachnoidea

1. Micrommata viridissima Deg. Sopron, 1938: *Gonocryptus plebeius* Tschek.
2. Misumena tricuspidata F. Csepreg, 1939: *Polysphicta carbonator* Grv.
3. Aulonia albimana Walk. Körmend, 1939: *Pezomachus instabilis* Först.

Systematisches Verzeichnis der Parasiten

Familie: Aulacidae

Pristaulacus Schlettereri Kriechb. — *Paururus juvencus* L.

Familie: Ichneumonidae

Protichneumon pisorius L. — *Sphinx pinastri* L.
Protichneumon fusorius L. — *Smerinthus quercus* L.
Coelichneumon leucocerus Grv. — *Mamestra pisi* L.
Ichneumon annulator F. — *Semiothisa signaria* Hb.
Ichneumon confusorius Grv. — *Agrotis pronuba* L.
Amblyteles divisorius Grv. — *Mamestra tincta* Brahm.
Amblyteles vadatorius Ill. — *Agrotis segetum* Schiff.
Amblyteles atratorius Thoms. (Wirt war bisher unbekannt.) — *Mania maura* L.
Amblyteles amatorius Müll. — *Agrotis pronuba* L., *Agrotis fimbria* L.
Amblyteles quadripunctorius Müll. — *Agrotis pronuba*. L.
Amblyteles monitorius Panz. — *Smerinthus populi* L.
Amblyteles fuscipennis Wesm. — *Choerocampa elpenor* L., *Acherontia atropos* L.
Amblyteles culpatorius Grv. — *Argynnis Selene* Schiff.
Dinotomus pictus Krichb. — *Apatura iris* L.
Dinotomus lapidator F. — *Gonopteryx rhamni* L.
Hoplismenus luteus Grv. — *Vanessa antiopa* L.
Hybophorus aulicus Grv. (Wirt war bisher unbekannt.) — *Cucullia verbasci* L.
Eurylabus dirus Wesm. — *Trichiura crataegi* L.
Cryptus albatorius Viel. — *Panolis flammea* Schiff.
Goniocryptus plebeius Tschek. — *Micrommata viridissima* Deg.
Stenaraeus gladiator Scob. — *Diodontus tristis* Lind.

Hemiteles crassicornis Grv. (Hyperparasit von *Apanteles affinis* Nees.). — *Cerura vinula* L.

Hemiteles bicolorinus Grv. (Hyperparasit von Apanteles solitarius Rtzb.). — *Stilpnotia salicis* L.

Pezomachus instabilis Först. — *Aulonia albimana* Walck.

Ephialtes manifestator L. — *Hylotrupes bajulus* L., *Saperda calcharias* L.

Ephialtes dux Tschek. — *Chalcophora mariana* L.

Perithous mediator F. — *Trypoxylon figulus* L., *Xylocapa violacea* L.

Perithous varius Grv. — *Pemphredon lugubris* Latr., *Rhopalum tibiale* F.

Theronia atalanta Poda. — *Tortrix viridana* L., *Pieris brassicae* L.

Pimpla calobata Grv. — *Balaninus glandium* Mrsh.

Pimpla sagax Htg. — *Lithocolletis platani* Reinh.

Pimpla examinator L. — *Orgyia antiqua* L., *Dasychira pudibunda* L.

Pimpla brassicaria Poda. — *Limenitis populi* L.

Polysphincta carbonator Grv. — *Misumena tricuspidata* F.

Phytodietus segmentator Grv. — *Tortrix viridana* L.

Meniscus bilineatus Grv. — *Sciapteron tabaniforme* Rott.

Lissonota nigra Brischke. — *Callidium aeneum* Deg.

Ichnocerus rusticus Grv. — *Rhagium inquisitor* L.

Echtrus reluctator L. — *Plagionotus arcuatus* L., *Acanthocinus aedilis* F.

Xylonomus filiformis Grv. — *Pyrrhidium sanguineum* L. *Acanthocinus aedilis* F.

Xoïdes nitens Grv. — *Pyrrhidium sanguineum* L.

Ophion minutus Kriechb. — *Anisopterix aescularia* Schiff., *Lasiocampa quercus* L.

Ophion obscurus F. — *Malacosoma neustria* L., *Dendrolimus pini* L,

Ophion luteus L. — *Agrotis vestigialis* Rott. *Dendrolimus pini* L. *cerura vinula* L.

Enicospilus ramidulus Grv. — *Mamestra oleracea* L. *Brotolomia meticulosa* L.

Enicospilus merdarius Grv. — *Pygaera curtula* L.

Exochilum giganteum Grv. — *Lasiocampa quercus* L., *Gastropacha quercifolia* L.

Exochilum circumflexum L. — *Dendrolimus pini* L., *Notodonta ziczac* L.

Anomalon claripenne Thoms. — *Plusia gamma* L.

Anomalon propugnator Först. — *Catocala electa* Bkh.

Agrypon flaveolatum Grv. — *Catocala nupta* L., *Malacosoma neustria* L.

Agrypon septemtrionale Holmgr. — *Hibernia defoliaria* L.

Anilastus vulgaris Tsche. — *Pieris brassicae* L.

Opheltes glaucopterus L. — *Cimbex lutea* L.

Absyrtus luteus Holmgr. (Wirt war bisher unbekannt.) — *Endromis versicolora* L.

Parabatus virgatus Fonsc. — *Drepana falcataria* L.

Paniscus rossicus Kok. (Wirt war bisher unbekannt.) — *Callimorpha quadripunctaria* Poda.

Paniscus gracilipes Thoms. (Wirt war bisher unbekannt.) — *Acronycta megacephala* F.

Paniscus testaceus Grv. — *Acronycta leporina* L., *Smerinthus tiliae* L.

Banchus pictus L. — *Smerinthus populi* L.

Exetastes cinctipes Retz. — *Mamestra trifolii* Rott.

Exetastes fornicator F. — *Mamestra oleracea* L., *Hadena Solieri* B.

Mesochorus semirufus Holmgr. (Hyperparasit von *Mesoleius armillatorius* Grv.) — *Pristophora conjugata* Dalhb.

Mesochorus gracilis Brischke. (Hyperparasit von *Apanteles ultor* Reinh.) — *Stilpnotia salicis* L.

Pristomerus vulnerator Grv. — *Etiella zinckenella* Tr.

Orthopelma luteolator Grv. — *Rhodites rosae* L.

Demophorus robustus Brischke. (Wirt war bisher unbekannt.) — *Ptilinus pectinicornis* L.

Exenterus cingulatorius L. — *Lophyrus similis* Htg.

Scolobates auriculatus F. — *Arge pagana* Panz.

Lagarotus semicaligatus Grv. — *Allantus arcuatus* Först.

Alexter niger Grv. — *Strongylogaster xanthocera* Steph.

Mesoleius armillatorius Grv. — *Pristophora conjugata* Dalhb.

Scopesus rufolabris Zett. — *Macrophya duodecimpunctata* L.

Colpotrochia elegantula Schrk. — *Leucania conigera* F.

Exochus lentipes Grv. — *Hyponomeuto padellus* L.

Exochus mansuetor Grv. — *Hyponomeuta malinellus* Zett.

Bassus laetatorius F. — *Syrphus ribesii* L.

Metopius fuscipennis Westw. — *Eriogaster lanestris* L.

Familie: Aphidiidae

Aphidius rosarum Nees. — *Macrosiphum rosae* L.

Aphidius fabarum Marsh. — *Macrosiphum ulmariae* Schrk.

Praon volucre Hal. — *Hyalopterus pruni* Rean., *Periphyllus aceris* L.

Familie: Braconidae

Vipio appellator Nees. (Wirt war bisher unbekannt). — *Chrysobothris affinis* F.

Coelobracon initiator Nees. — *Rhagium bifasciatum* F., *Acanthocinus aedilis* F., *Stenostola ferrea* Schrnk.

Coelobracon Neesi Marsh. — *Leptura maculata* Poda., *Saperda calcharias* L.
Coeloides abdominalis Zett. — *Blastophagus piniperda* L.
Coeloides filiformis Rtzb. — *Hylesinus fraxini* Panz.
Coeloides bostrychorum Gir. — *Ips sexdentatus* Boern., *typographus* L.
Coeloides scolyticida Wesm. — *Eccoptogaster Ratzeburgi* Jans., *Ips typographus* L.
Bracon discoideus Wesm. — *Pissodes notatus* F.
Habrobracon instabilis Marsh. — *Blastophagus minor* Htg.
Habrobracon palpebrator Rtzb. — *Ips cembrae* Heer.
Spathius exarator L. — *Hylesinus fraxini* Panz.
Spathius brevicaudis Rtzb. — *Anthaxia quadripuntata* L. *Blastophagus minor* Htg., *Pityogenes chalcographus* L., *Ips typographus* L.
Hecabolus sulcatus Curt. — *Hylesinus fraxini* Panz.
Ecphylus eccoptogastri Rtzb. — *Eccoptogaster scolytus* F.
Doryctes leucogaster Nees. — *Hylotrupes bajulus* L.
Doryctes gallicus Reinh. — *Pyrrhidium sanguineum* L., *Plagionotus arcuatus* L.
Doryctes imperator Hal. — *Acanthocinus aedilis* F., *Blastophagus piniperda* L.
Doryctes longicaudis Gir. — *Saperda punctata* L.
Doryctes pomarius Reinh. — *Eccoptogaster scolytus* F.
Dendrosoter protuberans Nees. — *Eccoptogaster multistriatus* Marsh., *rugulosus* Rtzb., *Hylesinus fraxini* Panz.
Dendrosoter Middendorfi Rtzb. — *Blastophagus piniperda* L., *Ips typographus* L.
Rhogas dimidiatus Spin. — *Agrotis vestigialis* Rott.
Sigalphus inrorator F. — *Acronycta aceris* L.
Chelonus obscurus H. Sch. (Wirt war bisher unbekannt). — *Evetria buoliana* Schiff.
Phanerotoma dentata Panz. — *Epinotia ramella* L., *Etiella zinckenella* Tr.
Apanteles affinis Nees. — *Cerura vinula* L.
Apanteles congestus Nees. — *Teproclystia innotata* Hufn. var. *fraxinata* Crewe., *Acronycta aceris* L., *Taeniocampa incerta* Hufn., *Catocala nupta* L.
Apanteles glomeratus L. — *Pieris napi* L., *brassicae* L.
Apanteles ruficrus Hal. — *Callix sparsata* Tr.
Apanteles solitarius Rtzb. — *Tortrix viridana* L., *Stilpnotia salicis* L.
Apanteles spurius Wesm. — *Anthrocera filipendula* L., *scabiosa* Schw., *Malacosoma neustria* L., *Cerura vinula* L.

Apanteles flavolimbatus Rtzb. — *Lithocolletis oxyacanthae* Frey.
Apanteles lacteicolor Vier. — *Euproctis chrysorrhoea* L.
Apanteles ultor Reinh. — *Stilpnotia salicis* L.
Microplitis semicircularis Rtzb. — *Olethreutes hercyniana* Tr.
Microplitis tuberculifera Wesm. — *Agrotis fimbria* L., *Brotolomia meticulosa* L.
Microgaster marginatus Nees. — *Mamestra oleracea* L.
Agathis nigra Nees. (Wirt war bisher unbekannt). — *Pyrausta sambucalis* Schiff.
Orgylus obscurator Nees. — *Tortrix viridana* L.
Meteorus scutellator Nees. — *Tephroclystia vulgata* Hw., *Malacosoma neustria* L.
Meteorus rubens Nees. — *Agrotis segetum* Schiff.
Helcon carinator Nees. — *Callidium violaceum* L.
Helcon tardator Nees. — *Callidium aeneum* Deg., *violaceum* L.
Helcon aequator Nees. — *Cerambyx Scopolii* Füssl.
Zele testaceator Curt. — *Anisopteryx aceraria* Schiff.
Cenocoelius agricolator L. — *Pogonochaerus fascicularis* Deg.
Opius polyzonus Wesm. — *Phytomyza albiceps* Meig.
Aspilota ruficornis Hal. — *Eristalomyia tenax* L.
Dacnusa rufipes Nees. — *Phytomyza albiceps* Meig.

Familie: Gasteruptionidae

Gasteruption flaveolatum Schlett. — *Pemphredon lugubris* Latr., *luctuosus* Shuck.
Gasteruption rubricans Guer. — *Xylocapa violacea* L.
Gasteruption vagepunctatum Costa. — *Osmia leucomelaena* Kirby.
Gasteruption terrestre Tuorn. — *Rhopalum clavipes* L.

Familie: Evaniidae

Brachygaster minus Ol. — *Ectobia lapponica* L.

Familie: Cynipidae

Charips victrix Westw. (Hyperparasit von *Praon volucre* Hal.). — *Periphyllus aceris* L.
Figites scutellaris Rossi. — *Anthomyia signata* Brischke.
Hemicrisis ruficornis Först. — *Lecanium corni* Bché.
Figites anthomyiarum Bché. — *Pegomyia nigritarsis* Zett.

Familie: Chalcididae

Brachymeria vicina Walk. — *Eristalomyia tenax* L.
Brachymeria femorata Panz. (Wirt war bisher unbekannt). (Wahrscheinlich Hyperparasit von *Echinomyia grossa* L.) — *Lasiocampa quercus* L.
Brachymeria intermedia Nees. — *Euproctis chrysorrhoea* L.

Brachymeria Fonscolombei Duft. — *Lucilia ceasar* L., *Sarcophaga carnaria* L.

Brachymeria obtusata Först. (Wirt war bisher unbekannt). — *Lucilia ceasar* L.

Brachymeria vitripennis Först. — *Byctiscus populi* L.

Perilampus tristis Mayr. — *Pamene gallicola* Zett.

Ormyrus tubulosus Fonsc. — *Cynips caput-medusoe* Htg., *Kollari* Htg.

Ormyrus punctiger Westw. — *Cynips hungarica* Htg.

Megastigmus stigmaticans F. — *Cynips caput-medusae* Htg., *Kollari* Htg., *Andricus curvator* Htg. sex. Gen.

Megastigmus dorsalis F. — *Cynips caput-medusae* Htg., *hungarica* Htg., *Kollari* Htg.

Podagrion splendens Spin. — *Mantis religiosa* L.

Syntomaspis littoratus Walk. — *Biorrhiza pallida* Ol., *Diplolepis quercus-folii* L. ag. Gen. (*Diplolepis scutellaris* Ol.).

Syntomaspis saphyrina Thoms. — *Trigonaspis megaptera* Panz.

Lochites papaveris Först. — *Aylax papaveris* Perris.

Callimome azureum Boh. — *Clinodiplosis piceae* Kieff., *Perrisia strobi* Winnertz.

Callimome bedeguare L. — *Rhodites rosae* L.

Callimome regium Nees. — *Cynips Kollari* Htg.

Callimome frater Thoms. (Wirt war bisher unbekannt). — *Lithocolletis platani* Reinh.

Callimome abbreviatum Boh. — *Lasioptera picta* Meig.

Callimome cyanimum Boh. — *Euribia cardui* L.

Callimome tipulatarum Zett. — *Rhabdophoga rosaria* Löw.

Callimome rosarum Hffm. — *Rhodites rosae* L.

Pseudotorymus apionis Mayr. — *Apion craccae* L.

Monodontomerus obsoletus Westw. — *Hoplodonta viridula* F.

Monodontomerus aereus Walk. (Hyperparasit von *Compsilura concinnata* Meig.). — *Lymantria dispar* L.

Monodontomerus nitidus Newp. — *Megachile centuncularis* L.

Monodontomerus obsoletus F. — *Acantholyda erythrocephala* L., *Lygaeonematus abietinus* Chr., *Lophyrus sertifer* Geoffr.

Monodontomerus dentipes Dalm. — *Lophyrus similis* Htg.

Oligostenus stigma F. — *Rhodites rosae* L.

Decatoma biguttata Swed. — *Cynips caput-medusae* Htg., *hungarica* Htg.

Eurytoma flavovaria Rtzb. — *Hylesinus fraxini* Panz.

Eurytoma nodularis Boh. — *Diplolepis quercus-folii* L. sex. Gen.

Eurytoma rosae L. — *Rhodites rosae* L., *Cynips caput-medusae* L., *hungarica* L., *Kollari* Htg.

Eurytoma Nobbei Mayr. — *Cynips hungarica* Htg.

Eurytoma robusta Mayr. — *Euribia cardui* L.

Eurytoma tristis Mayr. — *Euribia cardui* L.
Eurytoma curta Walk. — *Euribia cardui* L.
Cleonymus cyanescens Först. — *Eccoptogaster intricatus* Koch.
Chiropachys quadrum F. — *Eccoptogaster scolytus* F.
Eusandalum abbreviatum Rtzb. — *Ips laricis* F.
Eusandalum inerme Rtzb. — *Anthaxia manca* F.
Eupelmus flavipes Först. — *Lasioptera picta* Meig.
Eupelmus urozonus Dalm. — *Rhodites eglanteriae* Htg., *rosae* L., *Lasioptera rubi* Heeg.
Eupelmus vesicularis Retz. — *Rhodites rosae* L., *Cynips Kollari* Htg., *Diplolepis quercus-folii* sex. Gen.
Eupelmus spongipartus Först. — *Cynips Kollari* Htg., *Diplolepis pubescentis* Mayr., *Euribia cardui* L.
Psilophrys longicornis Walk. — *Physokermes coryli* Ldgr.
Phaenodiscus aeneus Dalm. — *Aulacaspis rosae* Ckll.
Encyrtus aphidivorus Mayr. — *Periphyllus aceris* L.
Encyrtus ferrugineus Nees. — *Kermes quercus* Ckll.
Encyrtus sylvinus Dalm. — *Physokermes coryli* Ldgr.
Encyrtus duplicatus Nees. — *Physokermes piceae* Fern.
Encyrtus cephalotes Rtzb. — *Physokermes piceae* Fern.
Encyrtus aeruginosus Dalm. — *Physokermes piceae* Fern.
Blastothrix sericea Dalm. — *Physokermes coryli* Ldgr.
Cerapterocerus mirabilis Westw. — *Lecanium corni* Bché.
Dinotus bidentulus Thoms. — *Blastophagus piniperda* L.
Rhopalicus suspensus Rtzb. — *Pityogenes chalcographus* L., *Ips sexdentatus* Boern., *typographus* L., *laricis* F.
Rhopalicus guttatus Rtzb. — *Agrilus viridis* L., *Ips laricis* F.
Stenomalus muscarum L. — *Euribia cardui* L.
Habrocytus bedeguaris Thoms. — *Rhodites rosae* L.
Habrocytus microgasteris Bché. (Hyperparasit von *Apanteles*-Arten). *Tephroclystia innota* Hufn. var. *fraxinata* Crewe., *Cerura vinula* L.
Habrocytus chlorogaster Thoms. (Wirt war bisher unbekannt). — *Lithocolletis platani* Reinh.
Habrocytus berillinus Dalm. (Wirt war bisher unbekannt). — *Euribia cardui* L.
Cecidostba leucopesa Rtzb. — *Cynips caput-medusae* Htg., *hungarica* Htg., *Kollari* Htg.
Caenacis incrassata Rtzb. — *Cyuips caput-medusae* Htg., *hungarica* Htg., *Kollari* Htg.
Caenacis grandiclava Thoms. — *Cynips Kollari* Htg.
Caenacis inflexa Rtzb. — *Rhodites rosae* L.
Eutelus tibialis Westw. — *Perrisia strobi* Winnertz.
Eutelus piceae Ruschka. — *Perrisia strobi* Winnertz.

Eutelus xanthocerus Thoms. — *Cynips lignicola* Htg.
Trichomalus fasciatus Thoms. — *Ceutorrhynchus marginatus* Gyll.
Pteromalus abieticola Rtzb. — *Ips laricis* F.
Pteromalus puparum L. — *Aporia crataegi* L.
Pachyceras xylophagorum Rtzb. — *Eccoptogaster intricatus* Koch., *Xyleborus monographus* F.
Pachyceras mirus Walk. (Wirt war bisher unbekannt). (Hyperparasit von *Tachina rustica* Meig.). — *Lymantria dispar* L.
Pachyneuron coccorum L. — *Eriococcus spurius* Ldgr.
Pachyneuron splendens Först. — *Hyalopterus pruni* Rean.
Pachyneuron aphidis Bché. — *Macrosiphum rosae* L.
Spalangia nigra Latr. (Hyperparasit von *Tachina larvarum* L.). — *Lophyrus pini* L.
Euplectrus bicolor Swed. — *Lithocolletis populifoliella* Tr.
Olinx trilineata Mayr. — *Cynips caput-medusae* L.
Necremnus leucarthros Thoms. — *Crioceris asparagi L.*
Sympiesis sericeicornis Nees. — *Phyllocnistis suffusella* Zett.
Sympiesis Feketei Györfi. — *Lithoeolletis platani* Reinh.
Mircoplectron fuscipennis Zett. — *Lophyrus similis* Htg.
Eulophus pectinicornis L. — *Lithocolletis platani* Reinh., *blancardella* F.
Chrysocharis boops Thoms. — *Lithocolletis platani* Reinh.
Chrysacharis petiolata Först. (Wirt war bisher unbekannt). — *Lithocolletis platani* Reinh.
Chrysacharis facialis Först. (Wirt war bisher unbekannt). — *Lithocolletis platani* Reinh.
Closterocerus trifasciatus Westw. (Wirt war bisher unbekannt). — *Lithocolletis platani* Reinh.
Closterocerus formosus Westw. — *Lithocolletis platani* Reinh.
Pleurotropis cribrifrons Thoms. — *Andricus testaceipes* Htg. ag. Gen. (*Andricus Sieboldi* Htg.), *Lithocolletis platani* Reinh.
Pleurotropis strigiscuta Thoms. (Wirt war bisher unbekannt). — *Lithocolletis platani* Reinh.
Entedon geniculatus Rtzb. — *Pityogenes chalcographus* L., *Evetria buoliana* Schiff.
Aphelinus flavus Nees. — *Periphyllus aceris* L.
Hyperteles elongatus Först. — *Mikiola fagi* Hart.
Tetrastichus cecidomyidae Rtzb. — *Biorrhiza pallida* Ol.
Tetrastichus turionum Htg. — *Evetria buoliana* Schiff.
Tetrastichus xanthopus Rtzb. — *Lithocolletis platani* Reinh.
Tetrastichus cyclogaster Rtzb. — *Lithocolletis platani* Reinh.
Tetrastichus flavovarius Nees. — *Lithocolletis platani* Reinh.
Tetrastichus xanthops Rtzb. — *Rhodites rosae* L.
Tetrastichus Roesellae De Ger. — *Lasioptera picta* Meig.

Tetrastichus rapo Walk. (Hyperparasit von *Apanteles*-Arten). — *Cerura vinula* L.
Tetrastichus evonymellae Bché. — *Hyponomeuta malinellus* Zett.

Familie: Proctotrupidae

Calliceras clavata Rtzb. — *Rhabdophaga salicina* Meig.
Aphanogmus gracilicornis Först. — *Lasioptera rubi* Heeg.
Phenoserphus viator F. — *Calosoma inquisitor* L.
Diapria conica F. -- *Eristalomyia tenax* L.
Asmeadopria verticillata Latr. — *Lonchaea chorea* F.
Telenomus semistriatus Nees. — *Chlorochroa pinicola* M. et R.
Telenomus phalaenarum Nees. — *Panolis flammea* Schiff.
Hypocampsis contorticornis Rtzb. — *Perrisia strobi* Winnertz.
Patygaster niger Nees. — *Lasioptera picta* Meig.

Mitteilung aus dem Vierjahresplaninstitut für Werkstofforschung beim Staatlichen Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem[1])

Zur Ökologie und Physiologie holzzerstörender Käfer

Von

GÜNTHER BECKER

Mit 8 Abbildungen

Die wirtschaftliche Bedeutung der tierischen Holzschädlinge ist hinreichend bekannt und die Notwendigkeit ihrer Bekämpfung und des vorbeugenden Schutzes gegen sie bedarf keiner besonderen Begründung. Als vor etwa 6—7 Jahren in dem allgemeinen Bestreben, wertvolle und insbesondere im eigenen Wirtschaftsraum nicht in ausreichender Menge vorhandene Roh- und Werkstoffe nach Möglichkeit zu sparen und lange zu erhalten, auch den holzzerstörenden Insekten eine größere Beachtung zuteil wurde, zeigte es sich auch hier wie zunächst bei so vielen Schädlingen, daß über wesentliche Lebenserscheinungen, vor allem auf dem Gebiete der Ökologie und Physiologie, keine auch nur annähernd befriedigenden Kenntnisse vorlagen, die als Grundlage einer erfolgreichen Bekämpfung unentbehrlich sind. In der Zwischenzeit sind nicht nur auf dem entscheidenden Gebiete der Prüfung und Anwendung chemischer Bekämpfungs- und Schutzmittel große Fortschritte erzielt worden, auf die hier jedoch nicht eingegangen werden soll, sondern auch die Erforschung der Tiere selbst und der Voraussetzungen und Grenzen ihrer Schädlichkeit und Massenentwicklung konnte gefördert werden. Im folgenden sollen bisherige Ergebnisse auf einigen wichtigen Teilgebieten der Ökologie und Physiologie kurz vergleichend zusammengestellt werden[2]).

1. Die wichtigsten Schädlinge und ihre Bedeutung

Von besonderer Bedeutung sind bei uns 3 Käferarten. 1. der Hausbockkäfer (*Hylotrupes bajulus* L.), dessen Larven im Splintteil der Nadelhölzer von den Dachstühlen, die sein Hauptverbreitungsgebiet darstellen, bis zu Möbeln, gelegentlich sogar im Erdgeschoß, in Bretterverschalungen,

[1]) Die Arbeiten wurden in der Abteilung Werkstoff-Biologie des Institutes durchgeführt.

[2]) In Anlehnung an einen auf der 11. Deutschen Holztagung 1942 gehaltenen Vortrag.

in Masten und Pfählen auf dem Lande wie den im Wasser verbauten leben und diesen, von außen her meist unbemerkt, weitgehend zerstören. Durchschnittlich jedes zweite Haus zeigt Spuren dieses Schädlings, landschaftsweise $^9/_{10}$ aller Gebäude, die Zahl der starken Schäden ist keineswegs gering, der Käfer verbreitet sich, wie sichere Beobachtungen zeigen, von Jahr zu Jahr und nimmt weiter an Bedeutung zu. Infolge der neuen Bauweise mit sparsamst berechneten Holzabmessungen und einem im Verhältnis zu Bauten früherer Jahrhunderte sehr großen Splintholzanteil ist dieser Holzschädling ohne jede Übertreibung zu einer drohenden Gefahr für alle Neubauten und den dafür bestimmten Holzbestand geworden (11, 17). Auf eine Abnahme der Schäden und der Ausbreitungsgeschwindigkeit besteht nach allem bisher Bekannten keinerlei begründete Aussicht.

Der Wichtigkeit nach an 2. Stelle unter den schädlichen Insekten des verarbeiteten Holzes folgt unsere häufigste Klopfkäferart *Anobium punctatum* De Geer („Totenuhr"). Die Larven zerstören alle einheimischen Holzarten (2), wobei nur der Kern gewisser Hölzer gemieden wird. Da die weitverbreiteten Käfer ihre Eier vorzugsweise in bereits befallenen Holzteilen abzulegen pflegen und die Tiere nach einiger Zeit in großer Zahl auftreten können, richtet auch diese nur kleine Art einen beträchtlichen Schaden an, der insbesondere bei wertvollen Kunstgegenständen und Möbeln schwer wiegt. Daneben werden Geräte aller Art, Bauholz und dergleichen mehr befallen, ja selbst Bücher zerstört. Tausende von Tieren können in einer Tischplatte, Hunderte in einem Möbelfuß gleichzeitig leben, und Zerstörungen wurden bis zu 70% der Holzsubstanz beobachtet (2,8). Die Kenntnis auch dieses seit Jahrhunderten weitverbreiteten Holzschädlings ist bis vor kurzem noch — außer einer Reihe von Beobachtungen über Lebensweise und Verbreitung — völlig unzureichend gewesen.

Und 3. verdient unter den Cerambyciden der Mulmbockkäfer (*Ergates faber* L.) eine besondere Bedeutung, der wie der Hausbockkäfer allein von Nadelholz lebt. Sein natürliches Lebensgebiet sind Stubben und tote Stämme. Dementsprechend befällt er aber auch Masten und Pfähle aller Art, und der durch die riesigen Fraßgänge der Larven in der Erdluftzone angerichtete Schaden hat stellenweise großen Umfang angenommen, zumal auch imprägniertes Holz nicht verschont wurde. Im Innern von Gebäuden tritt er nicht auf, doch konnten kürzlich auch Schäden an Fachwerkbauten festgestellt werden (6).

In geringerem Maße sind weitere Bockkäfer, verschiedene Klopf- und Rüsselkäferarten, Lyctiden und einige andere Coleopteren an verarbeitetem Holz schädlich. Sie sollen zum Teil später erwähnt, hier aber nicht im einzelnen aufgezählt werden. Ihre wirtschaftliche Bedeutung ist gegenüber derjenigen der drei erstgenannten Arten in fast allen Fällen in Deutschland — abgesehen vielleicht von gelegentlichen stärkeren *Lyctus*-Schäden — nur gering. Käferarten, die ausschließlich frisch gefälltes Holz befallen, sollen hier nicht berücksichtigt werden.

2. Klimaabhängigkeit der Arten

Temperatur und Feuchtigkeit der Luft wirken nur auf die kurzlebigen Käfer und in begrenztem Maße auch auf die Eier unmittelbar ein. Für die Larven im Innern des Holzes sind Wärme- und Feuchtigkeitsschwankungen geringer und ausgeglichener, da das Holz ein schlechter Wärmeleiter ist und auch den Wassergehalt langsamer ändert als die umgebende Luft.

Günstigste Temperatur für die Entwicklung und obere und untere Entwicklungsgrenze sind nicht nur artenweise, sondern hier auch bei jüngeren und älteren Tieren verschieden (Abb. 1). Abb. 2 soll die Abhängigkeit des Larvenwachstums von der Temperatur für die 3 schädlichsten Insekten des verarbeiteten Holzes gemeinsam in vergleichender Darstellung zeigen. Dabei muß betont werden, daß es sich nur um eine angenäherte Darstellung von Durchschnittswerten handeln kann. Denn außer den durch das Larvenalter bedingten Unterschieden hängen das Wachstum der Tiere und die Entwicklungsgrenzen gleichzeitig stark von der herrschenden Feuchtigkeit ab. Außerdem sind nur die Ergebnisse von Untersuchungen verwendet, die allein die Entwicklungsgeschwindigkeit als Maßstab berücksichtigen.

Am raschesten verläuft die Entwicklung der Hausbocklarven nach früheren Untersuchungen von K. SCHUCH (29) bei etwa 28—29 °, die der Mulmbocklarven nach eigenen Ergebnissen (6) bei etwa 30—31° dauernder Wärme. Die obere Grenze des Larvenwachstums liegt beim Hausbock etwas oberhalb 37 ° — ausreichende Luftfeuchtigkeit vorausgesetzt —, beim Mulmbock noch etwas höher. Auch die von den Käfern bevorzugten Temperaturen, auf die hier im einzelnen nicht eingegangen werden soll, sind bei beiden Bockkäfern sehr hoch (16), und zwar ebenfalls beim Mulmbock noch etwas höher als beim Hausbock, und auch für die Embryonalentwicklung sind hohe Wärmegrade günstig (6, 34). Ganz anders dagegen verhalten sich die Anobien (Abb. 1 und 2), deren Larvenentwicklung bei einer viel geringeren

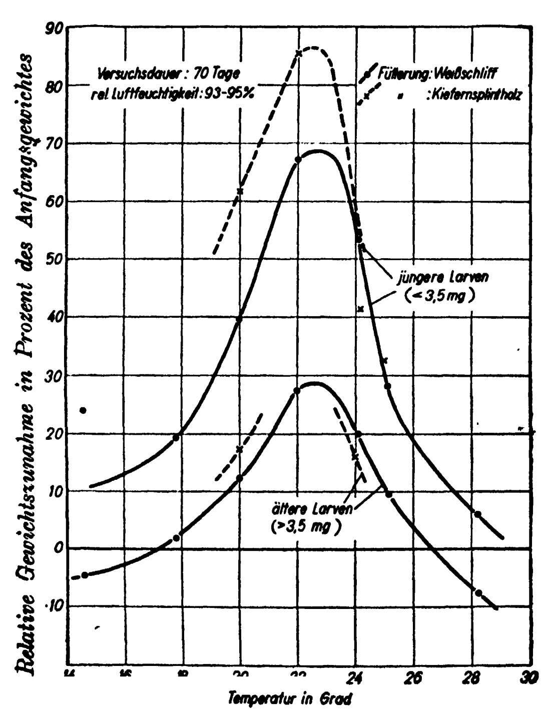


Abb. 1. Wachstum von *Anobium punctatum*-Larven in Abhängigkeit von der Temperatur

Temperatur, nämlich bei ungefähr 22 bis 23° am schnellsten verläuft und bereits bei einer dauernden Wärme von 28°, die für die beiden Bockkäfer sehr günstig ist, je nach dem Alter der Tiere mehr oder weniger unmög-

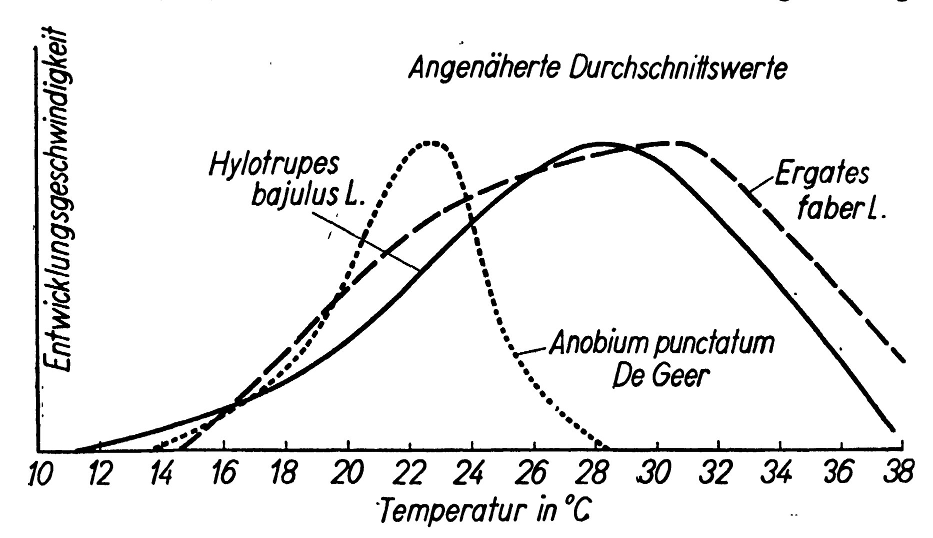


Abb. 2. Temperaturabhängigkeit der drei schädlichsten einheimischen Käferlarven des verarbeiteten Holzes

lich wird (8). Auch die Käfer und Eier (30) vertragen verhältnismäßig wenig Wärme.

Während also die vorwiegend in tagsüber sehr stark erwärmten Hölzern mit einer Temperatur der umgebenden Luft von nicht selten mehr als 35° lebenden Hausbock- und Mulmbockkäfer beide hohe Wärme bevorzugen und in ihrer Entwicklung sehr durch sie gefördert werden, sind die Anobien in allen ihren Entwicklungsstadien dagegen sehr empfindlich und gedeihen besonders gut bei einer etwa als Zimmertemperatur anzusprechenden Wärme und haben für ihr Wachstum einen viel enger begrenzten Temperaturbereich. So erklärt es sich auch, daß diese Schädlinge auf den zeitweilig stark erwärmten Dachstühlen — abgesehen von gewissen Gegenden — eigentlich nie so recht zu einer starken Entwicklung kommen, dagegen in den Möbeln der Wohnräume, insbesondere in Erdgeschoß- und Kellerwohnungen, in Holzgegenständen in Museen und Kirchen einerseits, Kellern und feuchten Schuppen andererseits besonders stark verbreitet sind und sehr schädlich werden.

Als weiterer Umweltseinfluß hat die Feuchtigkeit des Holzes bzw. der umgebenden Luft eine große Bedeutung auch für diejenigen Holzzerstörer, die regelmäßig in werktrockenem Holz leben. Abb. 3 zeigt die Abhängigkeit der Wachstumsgeschwindigkeit von der relativen Luftfeuchtigkeit für die Larven von *Anobium punctatum*, über die man bis vor kurzem lesen konnte, daß sie trockenes Holz bevorzugen. Am raschesten verläuft ihre Entwicklung im Fasersättigungspunkt des Holzes

bzw. einer etwas höheren Holzfeuchtigkeit. Die Grenze der Entwicklungsfähigkeit liegt, je nach der Larvengröße verschieden, durchschnittlich zwischen 55 und 65% rel. Luftfeuchtigkeit. Jüngere und ältere Larven verhalten sich wiederum recht unterschiedlich. In einem gewissen Lebensabschnitt vermögen die Larven zwar bis zu 40% herab etwas an Gewicht zuzunehmen, doch reicht diese Feuchtigkeit für ihre Gesamtentwicklung nicht aus. Oberhalb des Fasersättigungspunktes wird die Grenze der Lebensfähigkeit bei etwa 40% Holzfeuchtigkeit erreicht (8).

Vergleichen wir dieses Ergebnis mit dem für andere Holzzerstörer (Abb. 4), wobei wiederum auf die nicht zuletzt durch das verschiedene Verhalten jüngerer und älterer Larven bedingte angenäherte Darstellungsmöglichkeit besonders hingewiesen sei, so zeigt es sich, daß auch der zuträgliche Feuchtigkeitsbereich für die Anobienlarven am stärksten begrenzt ist. Die untere Grenze liegt auch hier bei den Hausbocklarven offenbar am niedrigsten, nämlich (K. SCHUCH, 29) bei ungefähr 45—50% dauernder Luftfeuchtigkeit. Mit steigender Feuchtigkeit nimmt auch ihre Entwicklungsgeschwindigkeit zu, um ihren Höhepunkt für ältere Larven erst etwas oberhalb des Fasersättigungspunktes zu erreichen. Gegen nasses Holz sind die Larven empfindlich und gehen bei längerem Aufenthalt darin ein. Die Mulmbockkäferlarven schließlich haben ein besonders hohes Feuchtigkeitsbedürfnis. Eilarven zwar vermögen ab ungefähr 80% rel. Luftfeuchtigkeit etwas an Gewicht zuzunehmen, aber schon etwas ältere Larven wachsen erst von etwa 90—95%, d. h. ab etwa 20% Holzfeuchtigkeit an (7). Am raschesten entwickeln sie sich bei annähernd 60 prozent. Holzfeuchtigkeit, und sie vertragen noch einen Wassergehalt von mehr als 100% für längere Zeit.

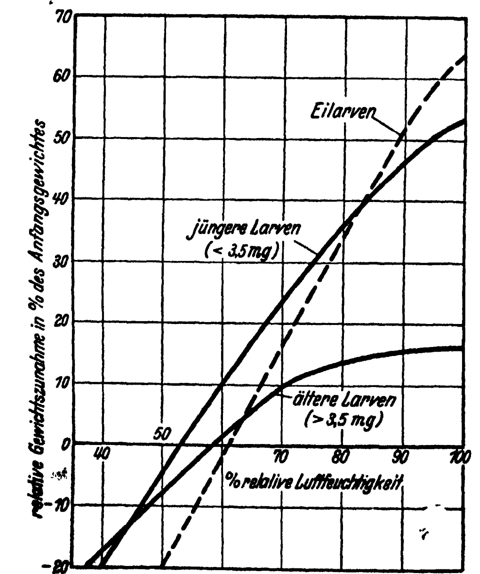


Abb. 3. Wachstum von *Anobium punctatum*-Larven in Abhängigkeit von der relativen Luftfeuchtigkeit

Auf die Sterblichkeit der 3 Larvenarten unter verschiedenen Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen soll hier nicht eingegangen werden, und auch bezüglich des Feuchtigkeitseinflusses auf die Embryonalentwicklung von *Hylotrupes* (34), *Anobium punctatum* (2) und *Ergates* (6) wird auf das Schrifttum verwiesen.

Als ausgesprochen feuchtigkeitsliebende Tiere mit einer unteren Grenze ähnlich der des Mulmbockkäfers haben ferner z. B. der Rothalsbockkäfer (*Leptura rubra* L.) und der Waldbockkäfer (*Spondylis*

buprestoides L.) zu gelten, die ebenfalls an verbauten Freilandholz schädlich werden können. Nach unseren Beobachtungen, die leider noch nicht experimentell weiter verfolgt werden konnten, sind auch die weniger wichtigen Anobiiden *Dendrobium pertinax* L. und *Xestobium rufovillosum* De Geer

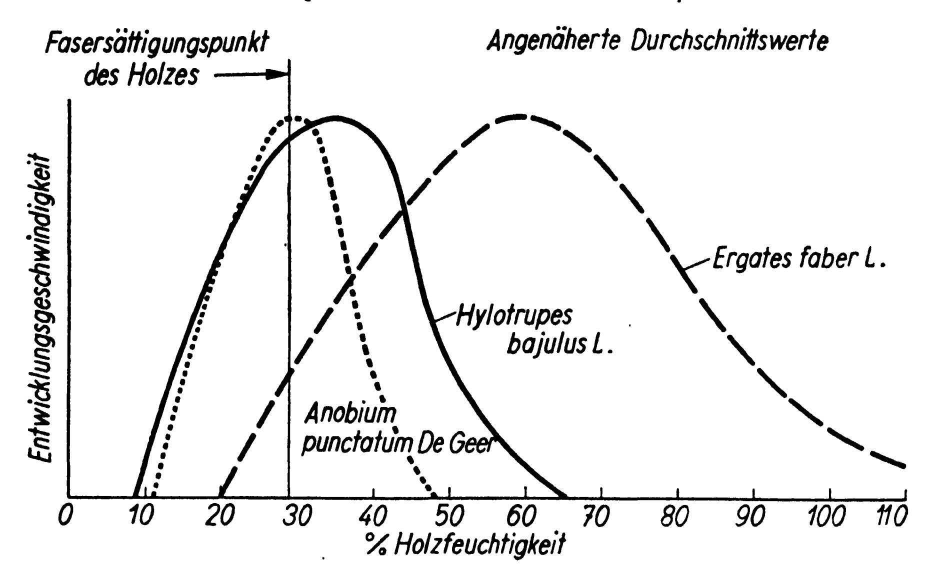


Abb. 4. Feuchtigkeitsabhängigkeit der drei schädlichsten einheimischen Käferlarven des verarbeiteten Holzes

sowie sämtliche an verarbeitetem Holz schädlichen Rüsselkäferarten (*Pselactis spadix* Hrbst., *Rhyncolus culinars* Germ., *Eremotes elongatus* Gyll. und andere) an eine höhere Holzfeuchtigkeit gebunden als *Hylotrupes* oder auch *Anobium punctatum.*

Gegen alle diese feuchtigkeitsbedürftigen Käferlarven ist ein vorbeugender Holzschutz durch genügende Trockenhaltung des Holzes möglich, wobei schon eine Grenze von etwa 18—20% Holzfeuchtigkeit ausreicht. Bautechnische Maßnahmen oder Verhältnisse, die einen Befall durch holzzerstörende Pilze verhüten, beugen also auch diesen Insektenschädlingen gegenüber weitgehend vor.

Auch eine Anobienentwicklung läßt sich durch hinreichende Trockenheit des Holzes verhindern. Die Hauptverbreitungsgebiete von *Anobium punctatum* zeichnen sich neben der geringeren Wärme gleichzeitig alle durch eine höhere Luftfeuchtigkeit aus (2, 8), und bekanntlich weisen gerade auch die küstennahen Landstriche einen stärkeren Anobien- und Hausbockbefall auf als Gebiete mit trockenerem Klima (37). Wo die rel. Luftfeuchtigkeit dauernd unterhalb von 50% bleibt, dürfte trotz einer geringen Wachstumsmöglichkeit für jüngere Larven das Holz vor einer Anobienzerstörung sicher bewahrt sein, und die Ausbreitung der Zentralheizungen und die durch sie verursachte Senkung der Raumfeuchtigkeit

während der Wintermonate besitzt, hinreichend lange dauernd, einen hohen Bekämpfungswert gegenüber diesem weitverbreiteten Schädling.

Der Hausbockkäfer schließlich ist hinsichtlich seines Feuchtigkeitsbedürfnisses am besten von allen einheimischen Holzschädlingen an seinen Lebensraum angepaßt und am schwierigsten durch klimatische Bedingungen zu bekämpfen. Wenn auch seine Entwicklungsgeschwindigkeit außerordentlich durch Wärme und Feuchtigkeit beeinflußt wird, so sind doch Bedingungen, die das Wachstum der Larven dauernd hemmen oder unmöglich machen, zumal in Anbetracht ihrer besonderen Zählebigkeit, schwer zu erreichen.

3. Larvenernährung

Das Holz ist für die hier berücksichtigten Coleopteren nicht nur Wohnung, sondern auch Nahrung zugleich. Je förderlicher seine Zusammensetzung für sie ist, um so rascher entwickeln sie sich, während andererseits eine künstliche Veränderung seines Gehaltes an gewissen für die Tiere entscheidenden Stoffen günstigenfalls den dauernden Schutz des Holzes gegen sie zur Folge haben kann. Der Erforschung der Ernährungsphysiologie der Schädlinge kommt bzw. kam daher eine wesentliche Bedeutung zu.

Für die Splintholzkäfer der Gattung *Lyctus*, die als Laubholzschädlinge in anderen Ländern eine wesentlich größere Bedeutung haben als bei uns, war es z. B. seit einigen Jahren bekannt, daß der ihre Larvenentwicklung entscheidend beeinflussende Nahrungsanteil die im Holz befindliche Stärke ist (40). Entfernt man sie vor oder nach der Fällung, z. B. durch Dämpfung, in genügendem Maße, so ist das Holz beständig gegen einen *Lyctus*-Angriff geschützt (40, 23).

Der Hauptbestandteil des Holzes, die Zellulose, ist für die meisten Tiergruppen unverdaulich. Diejenigen Holzfresser, die auf irgendeine Weise in der Lage sind, die Zellulose als Nahrung zu verwerten, sind als Schädlinge besonders zu beachten und durch chemische Veränderung ihrer Nahrung von vornherein schwerer zu bekämpfen als solche, die ihren Kohlehydratbedarf z. B. aus der Stärke decken. In manchen Fällen erfolgt bekanntlich der Zelluloseabbau nicht unmittelbar durch das betreffende Tier selbst, so z. B. bei den Termiten durch Bakterien im Innern der symbiontischen polymastiginen Flagellaten im Termitendarm (15). Die in regelmäßiger Endosymbiose mit den meisten holzzerstörenden Coleopteren lebenden Hefen scheinen dagegen für die Zelluloseverdauung ihrer Wirte ohne Bedeutung zu sein (20, 25, 19).

Die Hausbock-, Mulmbock- und Anobienlarven sind zum Abbau der Zellulose in der Lage, und zumindest die beiden Bockkäfer besitzen körpereigene Fermente (Zellulase und Lichenase) zu ihrer Spaltung (26[1])).[2]) Aus-

[1]) Für *Ergates* nach freundlicher Mitteilung von E. Schlottke.

[2]) Vgl. Arbeit von E. Parkin im Nachtrag S. 118.

schließlich von der Zellulose — wenigstens für einige Zeit — zu leben und bei dieser einseitigen Nahrung zu wachsen, sind allerdings von den drei genannten Schädlingen nur die *Anobium punctatum* und die Mulmbock-, außer ihnen auch die Rothalsbocklarven imstande. Die Hausbocklarven dagegen, die an sich sehr lange ohne Nahrung bleiben können, verhungern dabei, bedürfen also sonstiger Stoffe in viel stärkerem Maße als die anderen eben genannten Holzfresser. Diesen Stoff oder diese Stoffgruppen aufzufinden, war also erforderlich.

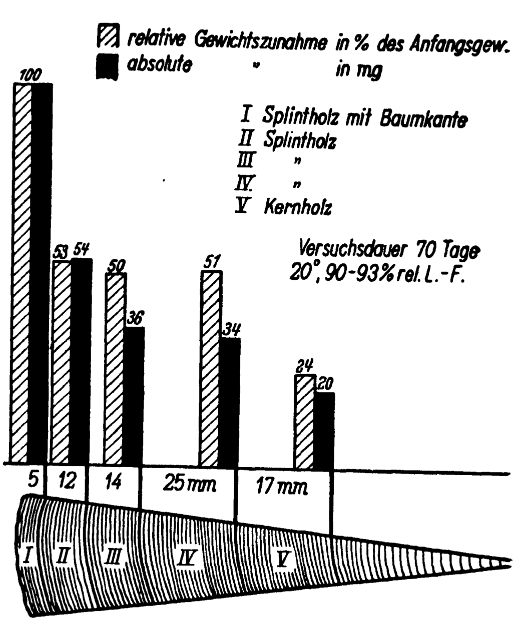


Abb. 5. Gewichtszunahme von *Anobium punctatum*-Larven in verschiedenen Zonen eines Kiefernstammes (bezogen auf „Gewichtszunahme in 1 = 100")

Es hatte sich bereits durch K. SCHUCHS grundlegende Untersuchungen (27, 28) für den Hausbockkäfer gezeigt, daß in einem Nadelholzstamm die von den Tieren bevorzugten rindennahen Außenholzbereiche einen viel höheren Nahrungswert für die Larven besitzen als weiter in Richtung des Kernholzes gelegene Stammteile oder gar dieses selbst. Auch die Anobien- (8) und die Mulmbocklarven (7) wachsen in verschiedenen Stammzonen ungleich rasch (Abb. 5). Doch sind bei ihnen die Wachstumsunterschiede im allgemeinen nicht so groß wie im Falle der Hausbockkäferlarven, und die Feststellung einer größeren Unabhängigkeit der ersteren von der Nahrungszusammensetzung wird dadurch bestätigt.

Ausgedehnte Fütterungsversuche (1, 3, 7, 8) hatten, ergänzt durch Fermentuntersuchungen (26) und unter Berücksichtigung älterer Kotanalysen, die Bedeutung der einzelnen Stoffgruppen im Holz für die Larvenernährung zu klären. Die Entfernung der Öle, Fette und Harze aus dem Holz verbesserte dessen Nahrungswert für die Anobien- und Mulmbocklarven etwas, für die Hausbocklarven beträchtlich, ein auch nur geringer Zusatz von Terpentinöl, Oleinsäure oder Harzsäuren aber hemmt das Larvenwachstum. Je kleiner also der Gehalt des Nadelholzes an Ölen, Fetten und Harzen ist, um so rascher erfolgt insbesondere die Hausbockentwicklung. Im Falle der Fette ist dies ein insofern unerwartetes Ergebnis, als die *Hylotrupes*- (26) und *Ergates*-Larven [1]) über eine kräftige Lipase verfügen. Daß die Anobien- und Mulmbocklarven sich den drei genannten Stoffgruppen gegenüber als weniger empfindlich erweisen, dürfte

[1]) Nach freundlicher Mitteilung von E. SCHLOTTKE.

mit der im Verlaufe ausgedehnter Giftstoff- und Schutzmittelprüfungen beobachteten größeren Giftwiderstandsfähigkeit beider Arten (32, 33) zu erklären sein.

Von den im Holz außer der Zellulose enthaltenen Kohlehydraten wurden Hemizellulosen, und zwar sowohl Hexosane wie Pentosane, und Polysaccharide, wie z. B. Stärke, berücksichtigt. Ohne hier auf die verschiedenen Ergebnisse im einzelnen näher einzugehen, soll nur zusammenfassend festgestellt werden, daß zwar ein Teil dieser Stoffe von den Larven, artenweise wiederum in verschiedenem Grade, abgebaut werden kann und wohl auch verwertet wird (Amylase im *Hylotrupes*-Darm), daß aber der Gehalt an diesen Stoffen, z. B. den Kohlehydraten unter den Zellinhaltsstoffen, nicht das beobachtete Nahrungsgefälle im Stamm bedingt. Vielmehr hemmt sogar ein Zusatz von Kohlehydraten, selbst von Glukose, über das im Holz natürlicherweise vorhandene Maß die Entwicklungsgeschwindigkeit, insbesondere der Hausbockkäferlarven, und die Menge des zerstörten Holzes wird dabei mit gesteigertem Kohlehydratzusatz größer. Diese Stoffgruppe ist in der Nahrung im Überfluß vorhanden, und zur Deckung ihres Kohlehydratbedarfes würden die Larven schon mit dem durch ihre Zelluloseverdauung anfallenden Zucker auskommen. Für die Anobien- und *Ergates*-Larven kann sich im Gegensatz zu *Hylotrupes* der Zusatz einfacher Kohlehydrate günstiger auswirken.

Die dritte, für jede tierische Ernährung wichtige Stoffgruppe, das Eiweiß, ist im toten Holz nur in sehr geringer Menge, im Durchschnitt fast immer in weniger als 1% des Holzgewichtes vorhanden. Im Schrifttum ist vereinzelt auf die besondere Frage des Eiweißstoffwechsels der Holzfresser hingewiesen worden (10, 38, 20, 25), ohne daß irgendeine Erfahrung über die Art der Eiweißversorgung, das Vorhandensein proteolytischer Fermente oder dgl. bestand. Ein Zusatz von Eiweißstoffen zum Holz beschleunigte (abgesehen von den nicht berücksichtigten Vitaminen) als einzige Stoffgruppe das Wachstum der Hausbocklarven, für die (erstmalig bei Holzfressen) auch Proteasen und eine Dipeptidase nachgewiesen werden konnten (26), ganz außerordentlich (1, 3). Diesen Erfolg hatten Pepton- und Fermentpräparate, verschiedene Aminosäuren und die Leichen der eigenen Artgenossen

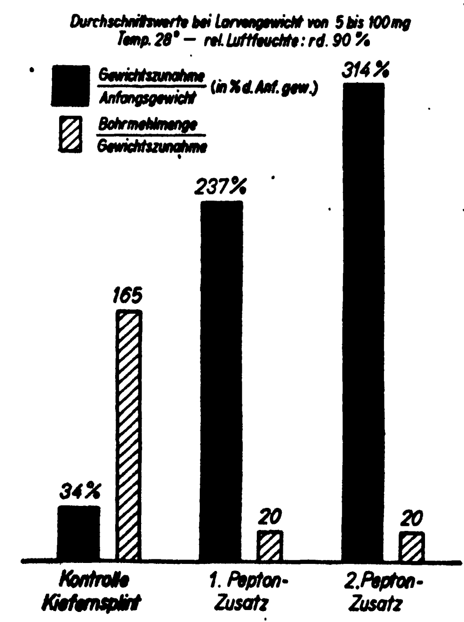


Abb. 6. Gewichtszunahme und Bohrmehlmenge von Hausbocklarven in 70 Tagen bei Peptonzusatz im Vergleich zu unbehandeltem Holz (28°, 90—93% rel. Luftfeuchtigkeit)

Jüngste und ältere Larven verhalten sich den einzelnen Aminosäuren und zusammengesetzten Stoffen gegenüber allerdings verschieden. Abb. 6 soll ein Beispiel (nicht das günstigste!) der starken Wachstumsbeschleunigung von *Hylotrupes* z. B. bei Peptonzusatz geben. Die bekanntlich recht langsam wachsenden Larven lassen sich also durch Eiweißzusatz sehr rasch heranziehen, was bei der Verwendung der Tiere zu Prüfungszwecken einen großen Vorteil bedeutet. Zugleich mit der Wachstumsbeschleunigung nimmt, wie die Darstellung zeigt, der Anteil des zerstörten Holzes, bezogen auf die Gewichtszunahme der Tiere, stark ab. Ein Vergleich der Werte zahlreicher Versuchsreihen (Abb. 7) ergibt, daß die Tiere um so mehr zerstören, je ungünstiger das Holz für sie ist, um so weniger, je mehr Eiweißstoffe es enthält. Auch die Art des Fraßes und der Bohrgänge ist durch den Eiweißgehalt bedingt.

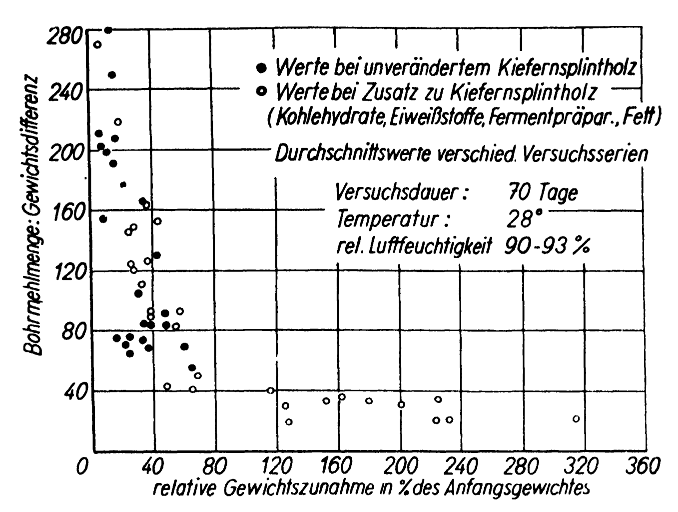


Abb. 7. Wachstumsgeschwindigkeit und „Bohrmehlquotient" bei Hausbocklarven

Verschiedene Versuche, auf die wiederum im einzelnen nicht eingegangen werden soll, haben gezeigt, daß die Eiweißstoffe das Nahrungsgefälle im Stamm bedingen und daß in erster Linie ihr Fehlen das Kernholz als Larvennahrung ungeeignet macht. Holzzerstörende im Anfang ihrer Entwicklung (1, 3, 7, 8) und Bläue-Pilze (15, 2, 35), Zusatz von Hefe oder wäßrigem Hefextrakt (3, 8) begünstigen, ebenfalls wohl infolge der Eiweißanreicherung, vielleicht zum Teil auch durch Vitamineinwirkung, das Wachstum verschiedener Coleopterenlarven.

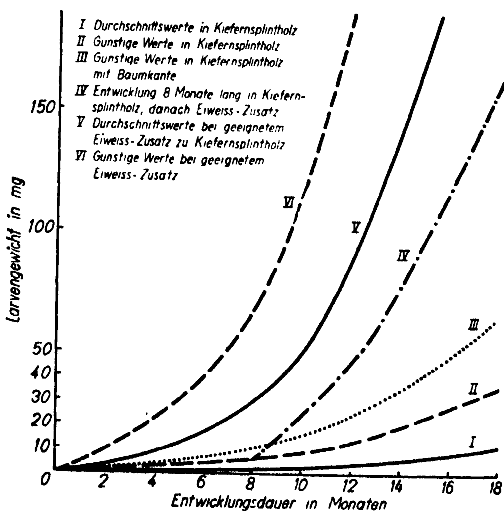


Abb. 8. Entwicklungsgeschwindigkeit von Hausbocklarven in unverändertem durchschnittlichem und mit Eiweiß angereichertem Holz

Zahlreiche Fragen der Hausbockbiologie, die mit dem Nahrungswert zusammenhängen, konnten inzwischen geklärt werden. Ohne aber hier im besonderen darauf einzugehen, sei nur erneut betont, worauf zuerst O. Kaufmann und K. Schuch (17, 31) hingewiesen haben, daß die heutige Verwendung baumkantiger Hölzer — wie sich jetzt gezeigt hat, wegen des höheren Eiweißgehaltes — die Entwicklungsgeschwindigkeit des Hausbockkäfers sehr fördert und zu seiner Massenentwicklung in den letzten Jahrzehnten entscheidend beigetragen hat. Abb. 8 soll noch einmal den Einfluß der Nahrungsbeschaffenheit auf die Hausbockentwicklung zeigen.

Eine hinreichende Verminderung oder Zerstörung des Eiweißgehaltes im Holz andererseits hat das Absterben der Hausbocklarven zur Folge und stellt somit tatsächlich den gesuchten Weg zu einem vorbeugenden und wirklich sicheren Schutz des Holzes gegen den Hausbockkäfer dar (3). Die Laboratoriumsversuche haben dies eindeutig gezeigt. Leider ist es gerade im Falle der Eiweißstoffe sehr schwierig, vor allem Holz größerer Abmessungen in hinreichend einfacher und billiger Weise ohne Beeinträchtigung der übrigen Holzeigenschaften zu behandeln. Der Weg jedenfalls ist gefunden, das Holz auch ohne Giftstoffe zu schützen.

Dies Ergebnis, daß Eiweißstoffe der entscheidende Nahrungsanteil für die Hausbockkäferlarven sind, könnte in Anbetracht ihres geringen Vorkommens im Holz selbstverständlich erscheinen. Das ist aber durchaus nicht der Fall. Die Larven von *Ergates faber*, *Leptura rubra* und *Anobium punctatum* sind keineswegs in gleichem Maße auf das Eiweiß des Holzes angewiesen, vermögen sie doch in reinem Zellstoff zu wachsen (7, 8), und ein Zusatz von Eiweißstoffen beschleunigt ihre Entwicklung viel weniger als die der *Hylotrupes*-Larven. Diese Käferarten enthalten symbiontische Hefen in ihrem Darm, während sie den Hausbocklarven fehlen, und unter den Anobien erweist sich *A. punctatum*, die Art mit der bestentwickelten Symbiose, als die von der Nahrungsbeschaffenheit unabhängigste. Zusammen mit dem kürzlich von H. Schanderl geführten Nachweis (24), daß die *Rhagium*-Symbionten zur Synthese elementaren Luftstickstoffs in der Lage sind, machen diese Ergebnisse die Annahme sehr wahrscheinlich, daß die Symbionten zumindest gewisser holzfressender Coleopteren in wesentlicher Beziehung zum Eiweißstoffwechsel ihrer Wirte stehen. Durch die experimentelle Prüfung dieser schon fühzeitig von P. Buchner (10) geäußerten, in der Folgezeit aber selten beachteten Vermutung ist nach A. Kochs Beweis (18) der Vitaminlieferung durch Symbionten und die — allerdings zum größten Teil an symbiontenlosen Insekten — durchgeführten Untersuchungen von A. Fröbrich (12) und K. Offhaus (22) die Symbiosefrage in ein neues Licht gerückt, und in diesem Zusammenhang sei auch auf die von E. Michel (21) in Erwähnung gezogene Beteiligung der Symbionten von *Lachnus roboris* L. am Eiweißstoffwechsel ihres Wirtes hingewiesen. Verallgemeinerungen der Ergebnisse von den untersuchten auf andere Arten dürften jedoch nur mit starken Einschränkungen ratsam sein (vgl. auch 17).

Der Hausbockkäfer aber, der gegen ungünstige klimatische Bedingungen unter den Holzschädlingen am widerstandsfähigsten ist, besitzt gerade hinsichtlich seiner Ernährung somit eine leicht angreifbare Stelle, an der eine Bekämpfung einsetzen kann.

4. Feinde und Parasiten

Im Falle des Hausbockkäfers sind die wenigen Feinde und Parasiten von untergeordneter Bedeutung für den Massenwechsel der Art und zu einer wirklich nachhaltigen Bekämpfung nicht zu verwenden. Auch der am aussichtsreichsten (36) erscheinende Hausbuntkäfer (*Opilo domesticus* L.) kann nur eine gewisse zahlenmäßige Einschränkung des Hausbockkäfers bewirken, ohne größere Holzzerstörungen zu verhindern (39). Trotz aller Raublust dürfte ein Einsatz der *Opilo*-Larven zur Bekämpfung (36) nur in seltenen Fällen einen im Verhältnis zum Aufwand ihrer Züchtung stehenden Erfolg bringen.

Für den Mulmbockkäfer sind die Nachstellungen durch Wirbeltiere sowie die durch die Feuchtigkeit des Biotops begünstigten Mykosen wichtiger als die wenigen Feinde und Parasiten unter den Insekten (7).

Die Anobien dagegen unterliegen weit mehr einer Einwirkung durch Feind- und Parasitenarten, die insbesondere die Larven bedrohen. Für den Massenwechsel der Art sind einige von ihnen, insbesondere *Opilo domesticus* L., *Spathius exarator* L. und *Pediculoides ventricosus* Newp. von wesentlicher Bedeutung (8). Ein Einsatz dieser Tiere zu einer Bekämpfung dürfte aber auch bei diesem Holzzerstörer nicht in Frage kommen. Doch ist ein Schutz der natürlichen Feinde nach Möglichkeit zu fördern.

5. Sinnesphysiologie der Eiablage

Zum Schluß soll noch ein Ergebnis sinnesphysiologicher Fragestellung erwähnt werden, das sich zunächst allein auf den Hausbockkäfer bezieht, aber vielleicht die Anregung auch zu weiteren Untersuchungen an anderen Holzschädlingen gibt. Die Beschränkung des Hausbockkäfers auf Nadelholz ist zwar ernährungsphysiologisch bedingt; denn Larven, die man in chemisch unverändertes Laubholz einsetzt, sterben darin früher oder später ab (3, 9). Es erschien außerdem lohnend zu prüfen, inwieweit die eierlegenden Käfer durch Geruchsinstinkte an Nadelholz gebunden seien. Das Ergebnis einer solchen Untersuchung war folgendes: Bei der Wahl des Eiablageplatzes hat neben dem in bestimmter Abhängigkeit von der Temperatur stehenden Lichtsinn und dem fein ausgebildeten Tastsinn der Legeröhre auch der Geruchssinn eine besondere Bedeutung. Die legebereiten Weibchen werden durch gewisse ätherische Öle, die im Nadelholz enthalten sind, angelockt, und die Eier werden vorzugsweise an solchen Hölzern abgelegt, die diesen Duft in günstiger Konzentration abgeben (4). Nicht alle ätherischen Öle der Koniferen haben diese Eigenschaft, sondern nur

wenige Kohlenwasserstoffe, und zwar insbesondere bizyklische, die chemisch alle eng miteinander verwandt sind. Die wichtigsten sind α- und β-Pinen, die noch in starker Duftverdünnung zwingend wirksam sind. Diese anlockenden Terpene oxydieren leicht an der Luft, und auch bei der natürlichen Lagerung des Holzes nimmt ihre Menge ab. Diese und andere im Holz enthaltene sauerstoffhaltige Verbindungen aber haben auf die Käfer keine anlockende Wirkung mehr.

So dürfte die statistisch erwiesene (17, 39) Abnahme der Befallswahrscheinlichkeit von Gebäuden durch den Hausbockkäfer mit zunehmendem Alter ihre Erklärung neben der Verschlechterung des Nahrungswertes durch Alterung und Zerfall der Eiweißstoffe bis zu einem gewissen Grade auch in der Verminderung der die Käfer anlockenden Terpene im Holz finden. Andererseits ist es ökologisch bemerkenswert, daß die Käfer Hölzer zur Eiablage bevorzugen, die für die Larven auf Grund ihres Gehaltes an ätherischen Ölen einen geringeren Nahrungswert besitzen als andere weniger terpenhaltige.

Mit der Auffindung dieser als Köderstoffe geeigneten Verbindungen, die übrigens für den Mulmbockkäfer die gleichen, für gewisse andere Holzschädlinge nicht dieselben zu sein scheinen, ist ein weiterer, allerdings praktisch noch zu erprobender Weg zur Bekämpfung der Schädlinge unter Ausnutzung einer ihrer besonderen Eigenschaften gezeigt, der z. B. auch für die überaus schädlichen Nutzholzborkenkäfer wie etwa *Xyloterus lineatus* L., gegebenenfalls unter entsprechenden Abwandlungen, für Rüsselkäfer und andere anwendbar sein könnte.

6. Schluß

Die Lebenserscheinungen der zahlreichen Holzschädlinge unter den Insekten sind bekanntlich äußerst mannigfaltig. Somit bilden die hier zusammengestellten Ergebnisse für die an verarbeitetem Holz schädlichsten einheimischen Käfer nur einen kleinen, wenn auch praktisch besonders wichtigen Teilausschnitt aus dem größeren Rahmen einer vergleichenden Ökologie und Physiologie holzfressender Insekten. Unberücksichtigt blieben u. a. die zahlreichen an frischem Holz schädlichen Arten und außerdeutsche Holzschädlinge. Die noch wartende Fülle von Aufgaben enthält nicht nur zahlreiche „theoretisch" lohnende Fragestellungen, sondern würde neben dem chemischen Holzschutz auch das Ziel „angewandter" Forschung für den an Bedeutung ständig zunehmenden Rohstoff fördern.

Literatur

1. BECKER, G., Zur Ernährungsphysiologie der Hausbockkäfer-Larven (*Hylotrupes bajulus* L.). Naturwissensch. **26**, 462, 463, 1938.
2. — — Beobachtungen über Schädlichkeit, Fraß und Entwicklungsdauer von *Anobium punctatum* De Geer („Totenuhr"). Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. **50**, 159—172, 1940.

3. Becker, G., Untersuchungen über die Ernährungsphysiologie der Hausbockkäfer-Larven. Zeitschr. vergl. Physiologie **29**, 315—388, 1942.
4. — — Zur Sinnesphysiologie des Hausbockkäfers. Naturwissensch. **30**, 253—256, 1942.
5. — — Beiträge zur Kenntnis des Hausbockkäfers. Zeitschr. hyg. Zoologie **34**, 83 bis 107, 1942.
6. — — Beobachtungen und experimentelle Untersuchungen zur Kenntnis des Mulmbockkäfers (*Ergates faber* L.). 1. Schädlichkeit, Käfer, Eiablage und Eientwicklung, Puppenstadium. Zeitschr. f. angew. Entomologie **29**, 1—30, 1942.
7. — — Beobachtungen und experimentelle Untersuchungen zur Kenntnis des Mulmbockkäfers (*Ergates faber* L.). 2. Die Larvenentwicklung. Zeitschr. f. angew. Entomologie **30** (im Druck).
8. — — Ökologische und physiologische Untersuchungen über die holzzerstörenden Larven von *Anobium punctatum* De Geer. Zeitschr. Morphologie u. Ökologie d. Tiere **39**, 98—152, 1942.
9. — — Der natürliche Schutz des Laubholzes gegen Hausbockkäfer-Larven und seine Ursache. (In Vorbereitung.)
10. Buchner, P., Tier und Pflanze in intrazellurarer Symbiose. Berlin 1921.
11. Franzke, A., Die Hausbockkäferfrage im Jahre 1938. Herausgegeb. v. Verb. öffentl. Feuerversicherungsanst. in Deutschland. Berlin-Dahlem 1938.
12. Fröbrich, G., Untersuchungen über Vitaminbedarf und Wachstumsfaktoren bei Insekten. Zeitschr. vergl. Physiologie **27**, 335—383, 1939.
13. Ghidini, G., A proposito di alcune recenti ricerche sulla cellulosolisi nell'intestino delle termiti. Boll. Zool. **12**, 103—113, 1941.
14. Gösswald, K., Richtlinien zur beschleunigten Heranzucht des Hausbocks *Hylotrupes bajulus* L. Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzdienst Nr. 3, 1939.
15. Heidenreich, E., Hausbock und Blaupilz. Holzmarkt Nr. 172, 1937.
16. Herter, K., Die Vorzugstemperaturen von Vorratsschädlingen. Mitt. Ges. Vorratsschutz 1942 43.
17. Kaufmann, O. und K. Schuch, Folgerungen aus der deutschen Hausbockstatistik. Herausgeg. v. Verb. öffentl. Feuerversicherungsanst. i. Deutschland. Berlin-Dahlem 1938.
18. Koch, A., Symbionten und Vitamine. Naturwissensch. **21**, 543, 1933.
19. v. Lengerken, H., Ecto- und Endosymbiosen zwischen phytophagen Käfern, Pilzen und Bakterien. Versuch einer zusammenfassenden Darstellung. Biologia general. **16**, 408—433, 1942.
20. Mansour, K. u. J. Mansour-Bek, The digestion of wood by insects and the supposed role of micro-organismus. Biol. Rev. **9**, 363—382, 1934.
21. Michel, E., Beiträge zur Kenntnis von *Lachnus* (*Pterochlorus*) *roboris* L., einer wichtigen Honigtauerzeugerin an der Eiche. Zeitschr. f. angew. Entomologie **29**, 243—281, 1942.
22. Offhaus, K., Der Einfluß von wachstumsfördernden Faktoren auf die Insektenentwicklung unter besonderer Berücksichtigung der Phytohormone. Zeitschr. vergl. Physiologie **27**, 381—428, 1939.
23. Parkin, E., The depletion of starch from timber in relation to attack by Lyctus-beetles. II.—IV. Forestry **12**, 30—37, 117—124, 1938; **13**, 134—145, 1939 (letzt. zusammen mit E. Phillips).
24. Schanderl, H., Über die Assimilation des elementaren Stickstoffes der Luft durch die Hefesymbionten von *Rhagium inquisitor* L. Zeitschr. f. Morphologie u. Ökologie d. Tiere **38**, 526—533, 1942.
25. Schedl, K., Fortschritte und Forschungen auf forstentomologischem Gebiet. 1. Die Verdauung von Holz durch Insekten und die mutmaßliche Rolle der Mikroorganismen. Anz. f. Schädlingskunde **11**, 37—39, 1935.

26. Schlottke, E. u. G. Becker, Verdauungsfermente im Darm der Hausbockkäfer-Larven. Biologia general. **16**, 1—10, 1942.
27. Schuch, K., Beiträge zur Ernährungsphysiologie der Larve des Hausbockkäfers (*Hylotrupes bajulus* L.). Zeitschr. f. angew. Entomologie **23**, 547—558, 1936.
28. — — Experimentelle Untersuchungen über den Nahrungswert von Kiefern- und Fichtenholz für die Larven des Hausbockkäfers (*Hylotrupes bajulus* L.). Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. **47**, 572—585, 1937.
29. — — Experimentelle Untersuchungen über den Einfluß von Temperatur und Feuchtigkeit auf das Wachstum der Hausbockkäferlarven. Zeitschr. f. angew. Entomologie **24**, 357—366, 1937.
30. — — Zur Physiologie und Ökologie des Hausbockkäfers (*Hylotrupes bajulus* L.). Herausgegeben v. Verb. öffentl. Feuerversicherungsanstalten. Berlin-Dahlem 1938.
31. — — Zur Hausbockkäferbekämpfung. Holz als Roh- u. Werkstoff **2**, 235—238, 1939.
32. Schulze, B. u. G. Becker, Larven von Mulmbock- und Rothalsbockkäfer zur Prüfung der insektentötenden Wirkung von Holzschutzmitteln. Holz als Roh- u. Werkstoff **4**, 135—140, 1941.
33. — — Ergebnisse einer vergleichenden Wirkung der insektentötenden Wirkung von Holzschutzmitteln. I. Giftwerte von Stoffen bekannter chemischer Zusammensetzung und Schutzmitteln des Handels gegenüber Larven von *Anobium punctatum* und Hausbock-Eilarven. Wissensch. Abhandl. deutsch. Materialprüfungsanst. **II/3**, 11—34, 1942.
34. Steinnr, P., Hausbockuntersuchungen (1. Mitt.). Über den Einfluß von Temperatur und Feuchtigkeit auf das Eistadium und Bemerkungen zur Biologie der Imago. Zeitschr. f. angew. Entomologie **23**, 531—546, 1936.
35. — — Hausbockuntersuchungen (2. Mitt.). Über einen wirksamen Feind des Hausbocks, den Hausbuntkäfer *Opilo domesticus* L. Zeitschr. f. angew. Entomologie **25**, 81—91, 1938.
36. — — Ist verblautes Holz vor Hausbockbefall geschützt? Anz. f. Schädlingsk. **15**, 125—128, 1939.
37. Trägårdh, I., Untersuchungen über die Verbreitung und das Auftreten der holzzerstörenden Insekten in öffentlichen Gebäuden in Schweden. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. **48**, 295—302, 1938.
38. Uvarov, B., Insect nutritition and metabolism. Transact. Entomol. Soc. London **76**, 255—343, 1929.
39. Wichmand, H., Wie lange dauert ein Hausbockbefall? Anz. f. Schädlingsk. **17**, 21 bis 24, 1941.
40. Wilson, S., Changes in the cell contents of Wood and their relationships to the respiration of wood and its resistance to *Lyctus attack* and fungal invasion. Ann. appl. Biol. **20**, 661—690, 1933.

Nachtrag (zu S. 110)

Erst während des Druckes wurde Verfasser eine englische Arbeit zugänglich, in der verschiedene holzzerstörende Käferlarven auf das Vorhandensein gewisser Verdauungsfermente untersucht wurden: Parkin, E., The digestive enzymes of some woodboring beetle larvae. J. of exper. Biol. **17**, 364—377 (1940). Danach besitzen auch die Larven von *Anobium punctatum* De Geer Zellulose- und Hemizellulose-spaltende Fermente.

Die Biologie des Buchenspinners Dasychira pudibunda L.

Vorläufige Mitteilung

Von

Edvard Sylvén,

Zoologisches Institut, Lund, Schweden

Während der Jahre 1941 und 1942 trat der Buchenspinner, *Dasychira pudibunda* L. in Kongalund, Provinz Schonen, Schweden, in großer Anzahl auf und stellte ausgedehnte Verheerungen an. Sein Auftreten wurde zum Gegenstand eines näheren Studiums gemacht, da die Kenntnisse über die Biologie des Buchenspinners noch viele Lücken aufweisen. Da besagte Untersuchungen jedoch längere Zeit in Anspruch nehmen werden, aber bereits jetzt wichtige Resultate vorliegen, erschien es angebracht, eine kurze Zusammenfassung derselben als vorläufige Mitteilung zu veröffentlichen. Allen denen, die mich bei meiner Arbeit unterstützten, sage ich an dieser Stelle meinen aufrichtigen Dank.

Beschreibung des Falters

Die Färbung der Imagos weist große Verschiedenheiten zwischen den Geschlechtern auf, so daß diese hier einzeln besprochen werden müssen. Da eine sehr starke Variation auch innerhalb der Geschlechter vorkommt, kann eine einzige Beschreibung gar nicht Allgemeingültigkeit besitzen. In der Regel können sowohl männliche als auch weibliche Imagos auf 2 Gruppen, eine dunklere und eine hellere, zurückgeführt werden. Es erschien nicht angebracht, dieselbe Beschreibungsmethode zu benutzen, die früher für den Buchenspinner angewendet wurde. Bisher ausgeführte Beschreibungen gelten vor allem für einen Typus, den man als normal für die Art in bezug auf Färbung und Zeichnung betrachtete. Abweichungen davon sind bloß mangelhaft beschrieben worden. Unter letzteren hat besonders eine Form mit gleichmäßig dunklen Flügeln Aufmerksamkeit erweckt und wird als *Ab. concolor* Stgr. bezeichnet. Wir können jedoch nicht von einem Standardtypus mit Abweichungen sprechen. Im folgenden wird die Bezeichnung Typus I und II sowohl für Männchen als Weibchen angewendet. Es ist jedoch zu beachten, daß zwischen den Extremen kontinuierliche Übergangsformen vorhanden sind und daher auch innerhalb der beiden Typen eine große Variation herrscht. Doch dürften sich nur selten Exemplare finden, die sich weder auf die eine noch die andere Kategorie zurückführen lassen. Typus I ist heller und entspricht im großen und ganzen früheren Beschreibungen, Typus II dagegen ist dunkler; mit *Ab. concolor* Stgr. werden die hier auftretenden Extreme bezeichnet.

M ä n n c h e n: Flügelspanne 33—45 mm. Charakteristisch für das Männchen ist ein von Haaren gebildeter schwarzer Fleck am hinteren Teil des Thorax; dieser Fleck findet sich bei beiden Typen vor, ist jedoch bei Typus II schwerer festzustellen, da hier der Thorax an und für sich dunkel ist.

Typus I: Vorderflügel auf der Unterseite von dunkler Puderung; Wurzel- und Außenfeld weißgrau; Mittelfeld geflammt und nach innen zu dunkler; Wellenlinie feingezogen, gekrümmt oder fehlend; äußere und innere Querlinien deutlich, dunkler als der Grund und oft doppelt, die äußere stets krumm, die innere schräg und beinahe gerade; basale Querlinie in der Regel deutlich wahrnehmbar; Diskusfleck groß und deutlich, nierenförmig, schwarz abgegrenzt; Fransen fleckig; Hinterflügel hell und von sparsamer Puderung; mit dunklem Fleck am Diskus, deutlichem Mittelschatten in der hinteren Hälfte und weißen bis fleckigen Fransen; Unterseite der Vorder- und Hinterflügel von gleicher Grundfarbe, hell, beinahe weiß, bloß sparsam gepudert, mit scharf abgesetztem schwarzen Diskusfleck auf beiden Flügelpaaren und deutlich wahrnehmbarer dunkler äußerer Querlinie, die nur im mittleren Teil des hinteren Flügelpaares eine Unterbrechung aufweist und in der Nähe des Innenrandes der Hinterflügel zu einem schattigen Fleck ausgeweitet ist; Thorax und Abdomen grau.

Typus II: Vorderflügel sehr stark gepudert, so daß Zeichnung mehr oder weniger verschwindet und ausnahmsweise auch ganz fehlen kann (*Ab. concolor* Stgr.); Grundfarbe dunkelbraun bis rein schwarz, Wurzelfeld bisweilen noch weißlich, aber von starker Puderung; Fransen einfarbig dunkel bis fleckig; Hinterflügel dunkelgrau, vor allem in den äußeren Partien, mit deutlichem Fleck am Diskus, aber schwächer abgesetztem Mittelschatten als bei Typus I und mehr oder weniger fleckigen Fransen; Unterseite von vorderem und hinterem Flügelpaar von gleicher Grundfärbung, manchmal stark weiß gepuderter Untergrund, abgesetzter Diskusfleck auf Vorder- und Hinterflügeln und deutliche äußere Querlinie, die jedoch oft in der Nähe des Flügelinnenrandes verschwindet; manchmal gleichmäßig aschgrau (*Ab. concolor* Stgr.) mit nur diffusem Diskusfleck am Vorderflügel, jedoch deutlich ausgeprägtem am Hinterflügel und nur angedeuteter, äußerer Querlinie auf den Vorderflügeln; Thorax dunkelgrau; Abdomen heller.

Weibchen: Flügelspanne 40—62 mm. Im Gegensatz zum Männchen hat das Weibchen stets einfarbigen Thorax.

Typus I: Vorderflügel auf der Oberseite von mehr oder weniger stark ausgeprägter, dunkler Puderung; Grundfarbe beinahe weiß; Wellenlinie schattengleich angedeutet oder fehlend, äußere und innere Querlinie scharf markiert und von gleichem Aussehen wie beim Männchen, die Innere jedoch einfach; basale Querlinie undeutlich oder fehlend; Diskusfleck schattig oder fehlend; Flügelfransen fleckig; Hinterflügel beinahe weiß, sparsam gepudert und mit durchscheinendem Diskusfleck der Unterseite, bisweilen angedeutetem Mittelschatten in der Nähe des Innenrandes und weißen oder schwach fleckigen Fransen; Unterseite von Vorder- und Hinterflügeln von gleichem Grundton, hell, beinahe weiß und nur schwach gepudert, deutlicher Diskusfleck bloß auf den Hinterflügeln, im übrigen bloß undeutlich oder überhaupt nicht gezeichnet; Thorax grau, Abdomen weißgrau.

Typus II: Vorderflügel stark gepudert, und daher dunkelgrau, braun oder schwarzbraun, gewöhnlich jedoch bedeutend heller als beim Männchen vom gleichen Typus; die Zeichnung ist mehr oder weniger reduziert, es fehlen die Wellenlinie und bisweilen die äußere Querlinie, in seltenen Fällen auch die innere Querlinie (ein solches Exemplar wurde nur ein einziges Mal angetroffen und war vollständig den dunkelsten Männchen vergleichbar); basale Querlinie und Diskusfleck stets vorhanden; Fransen fleckig oder einfärbig dunkel; Hinterflügel grauweiß bis grau, von ziemlich starker dunkler Puderung und mit durchscheinendem Diskusfleck auf der Unterseite, deutlicher abgesetztem Mittelschatten als bei Typus I und fleckig bis einfärbig weißen Fransen, die Unterseite der Flügel dunkler infolge der stär-



Abb. 1. Männchen, ausgespanntes Ex. Natürl. Größe. Phot. T. NILSSON

keren Puderung, im übrigen gleich Typus I; Thorax dunkel graubraun; Abdomen hellgrau.

Typus I und II kommen nebeneinander in derselben Population vor. Unter 158 untersuchten Exemplaren, davon 92 Männchen und 66 Weibchen, fanden sich 36 Männchen von Typus I, während die restlichen 56 Typus II angehörten. Von den Weibchen waren 36 von Typus I und 30 von Typus II. Es läßt sich also bei den Männchen zumindest in diesem Falle ein Übergewicht des Typus II feststellen, entsprechend ungefähr 60 %. Die Weibchen dagegen verteilten sich gleichmäßig auf die beiden Kategorien, vielleicht mit einem kleinen Überschuß des Typus I. Eine Annäherung an die *Ab. concolor* Stgr. oder Identität mit derselben ließ sich bei 19 % der Weibchen und 30 % der Männchen konstatieren. Schon lange ist bekannt, daß die Variationsbreite für die Männchen eine Verschiebung nach dunkel, für die Weibchen nach hell hin aufweist. Demzufolge sind die Weibchen des Typus II nicht so dunkel gefärbt wie die Männchen dieses Typus. Da die Rückbildung der Zeichnung in innigem Zusammenhang mit der verstärkten Pigmentierung steht, erreicht diese daher nur selten ihre äußerste Grenze bei den Weibchen. Folglich können auch mehr Männchen zur Form *concolor* gerechnet werden. Typus I und II sind also identisch in bezug auf das Geschlecht; wie aus obigem hervorgeht, gilt dies jedoch nicht für die Aberration *concolor*.

Gemäß Seitz (1913) tritt *concolor* nur selten gemeinsam mit der Hauptform auf, findet sich jedoch relativ häufig in Norddeutschland. Auf Grund der oben angeführten Zahlenangaben scheint das häufige Vorkommen der dunklen Form auch in Schweden der Fall zu sein. Der Melanismus muß als Resultat der Einwirkung äußerer Faktoren angesehen werden. Dies ist jedoch ein Problem, das noch näherer Untersuchung bedarf. Wahrscheinlich wechselt das prozentuale Verhältnis zwischen Typus I und II von Jahr zu Jahr und in bezug auf verschiedene Standorte. Man kann annehmen, daß ein kaltes Klima die Entwicklung von schwarzem Pigment begünstigt und das prozentual häufigere Auftreten von *concolor* in Schweden kann wohl darauf zurückgeführt werden.

Das Schlüpfen

Bei den weiblichen Puppen kann man kurz vor dem Ausschlüpfen die Flügel des fertig ausgebildeten Schmetterlings durchschimmern sehen. Die Imago ist zwar schon einige Tage vor der Entpuppung innerhalb der Hülle fertig ausgebildet, die Partie zwischen Imago und Puppenhülle jedoch feucht. Diese Feuchtigkeit verschwindet kurz vor dem Schlüpfen und die Schale wird trocken und spröde; dies bildet die Voraussetzung ihres Platzens im Augenblicke der Entpuppung.

Bei Puppen, die im Zimmer verwahrt wurden, konnte man beobachten, daß die Entpuppung zumeist mittags zwischen 14—15 Uhr stattfand. Sie ist jedoch keineswegs auf diese Zeit beschränkt, sondern kann zu jeder

beliebigen Tageszeit vorkommen. So wurde sie auch nachts, und zwar gegen Mitternacht, wahrgenommen. Puppen, die aus dem Freien in Zimmertemperatur gebracht wurden, wiesen eine erstaunlich schnell verlaufende Entpuppung auf. Hier scheint die Temperatur den Verlauf beeinflußt zu haben. Die Puppen wurden in diesem Falle über eine Strecke von 12 km mit dem Fahrrad befördert und dabei natürlich einem starken Schütteln ausgesetzt, was vielleicht auch auf das Schlüpfen einwirkte. Das im Freien wahrgenommene Schlüpfen fand stets vormittags oder zwischen 12—16 Uhr statt. Dies muß wohl als Regel in der Natur angesehen werden.

Häufig treten Puppen auf, die nicht ausschlüpfen, obwohl sie fertig ausgebildete Imagos enthalten. Solche Tiere pflegen stets Spuren von Feuchtigkeit auf der Körperoberfläche aufzuweisen. Ihre Lebenskraft ist offensichtlich so herabgesetzt, daß sie nicht mehr genügend Kraft aufbringen können, die letzte Phase in ihrer Entwicklung erfolgreich durchzuführen. Auch wenn die Puppenhülle entfernt wird, entwickeln sie sich nicht zu vollwertigen Imagos; sie behalten ihr eigenartiges Aussehen, bleiben jedoch längere Zeit am Leben.

Gleich nach dem Bersten der Puppenhülle befreit sich die Imago. Der Cremaster der Puppe ist mit Spinnfäden an der Innenwand des Kokons befestigt. Auf diese Weise gelingt es dem Schmetterling leichter, frei zu kommen, als wenn die Puppe vollständig frei läge. In Fällen, wo Puppen aus ihren Kokons herausgenommen wurden, zeigte sich mehrmals, daß sich die Imago beim Schlüpfen nicht vollständig von der Hülle befreien konnte; diese blieb am Abdomen hängen. Die Öffnung der Hülle ist eng und ein Teil der Haare der Imago wird daher stets abgerissen. Diese an der Öffnung zurückgebliebenen Haare verleihen der verlassenen Puppenhülle ein eigenartiges Aussehen.

Sobald sich der Schmetterling von der Hülle befreit und einen Weg durch den Kokon gebahnt hat, sucht er einen Platz auf, wo er ungestört seine Flügel entfalten kann. Gewöhnlich begibt er sich auf einen Stengel oder Halm der Untervegetation, die zu diesem Zeitpunkt im Buchenwald üppig zu sein pflegt und daher wirksamen Schutz bietet. Bisweilen nimmt man wahr, daß sich der aus der Puppe frisch geschlüpfte Schmetterling auf einen in der Nähe gelegenen Baumstamm begibt. An Tagen mit besonders starker Entpuppungsfrequenz sitzen die frisch ausgeschlüpften Tiere dicht beieinander am Fuße der Bäume. Das Entfalten der Flügel nimmt ungefähr eine halbe Stunde in Anspruch.

Das Verhalten der Falter, Eiablage

Die Weibchen sind träge und selten in Bewegung. Tagsüber halten sich die Tiere still. Während der Flugzeit, die 1942 in Kongalund Ende Mai begann und bis in den Juli hinein dauerte, traten daher Imagos in scheinbar bloß bescheidenem Maßstabe auf. Die Exemplare, die wahr-

genommen wurden, befanden sich entweder in der Untervegetation oder auf den Baumstämmen. Die meisten Tiere halten sich jedoch in den Baumkronen auf, wo sie infolge ihrer geringen Größe kaum gesehen werden können. Einen beliebten Aufenthaltsort bilden nicht nur



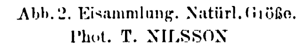


Abb. 2. Eisammlung. Natürl. Größe. Phot. T. NILSSON



Abb. 3. Von der Eiraupe verlassene Schalen. Beachte die links oben befindliche Schale, die bereits zum größten Teil von der Raupe aufgefressen ist. Ungef. 10:1. Phot. T. NILSSON

die Zweige der Buchen, sondern auch die anderer Baumsorten. In der Krone einer gefällten Tanne konnten so z. B. einige hundert Imagos beiderlei Geschlechtes gezählt werden.

Bezüglich der Lebensdauer soll hier bloß angeführt werden, daß sie im Durchschnitt für die meisten bei Zimmertemperatur untersuchten männlichen Imagos 11, für die meisten weiblichen 7 Tage betrug. Die längste Lebensdauer wurde bei einem Männchen festgestellt, das 22 Tage lang am Leben war.

Die Entwicklung der Ovarien der Weibchen wurde ebenfalls untersucht. In diesem Zusammenhang soll bloß erwähnt werden, daß die Anzahl der Eier bei den meisten frisch ausgeschlüpften Individuen zwischen 20 und 400 wechselten. Im Augenblick des Schlüpfens der Weibchen sind durchaus nicht alle Eier vollständig entwickelt. Die Anzahl unentwickelter Eier wechselt bei verschiedenen Tieren und kann 50 übersteigen. EIDMANNS (1929) Angabe, daß *Dasychira pudibunda* mit fast vollständig entwickelten Eiern ausschlüpft, stimmt nicht mit den Verhältnissen in Schweden überein.

Die Paarung der Falter findet gewöhnlich unmittelbar nach dem Schlüpfen statt. Die Tiere nehmen dabei verschiedene Stellungen ein. Bildet ein Baumstamm die Unterlage, so befindet sich in den meisten Fällen das Weibchen obenauf. Ein gegensätzliches Verhältnis wurde nur ein einziges Mal festgestellt. Tiere, die sich in der Untervegetation oder den Baumkronen paaren, können die wunderlichsten Stellungen einnehmen.

Sowohl Männchen als auch Weibchen in waagrechter Lage gehört hier nicht zum Ungewöhnlichen. In einem Falle befand sich das Männchen auf der einen, das Weibchen auf der anderen Seite eines Blattes; ihre Körper waren um die Blattkante herum vereinigt und glichen so zusammen einem Gebilde von U-Rohrform. Außer auf der Bodenvegetation und auf den Buchen findet die Paarung sehr häufig auch auf anderen Bäumen statt, z. B. auf Tannen und Eichen. Die Vereinigung der Geschlechter während der Paarung ist lose. Greift man einen der Partner an, trennen sich die beiden Individuen meist sofort. Die Dauer der Paarung ist lang und nimmt ungefähr einen ganzen Tag in Anspruch.

Das Eierlegen beginnt sofort nach der Paarung. Demzufolge werden die Eier gewöhnlich dort abgelegt, wo das Weibchen befruchtet wurde. Die Eier werden an der Unterlage mittels eines an der Luft erstarrenden Sekretes befestigt. Sie werden in Haufen von wechselnder Anzahl abgelegt und sind untereinander sowie auf der Unterlage lose vereinigt. Da die Paarung auch auf der Untervegetation sowie auf anderen Baumarten als der Buche stattfinden kann, finden wir sie ebenfalls auf Kräutern oder Zweigen und Blättern bzw. Nadeln von Tannen, Eichen und anderem. Dieses in mancher Hinsicht willkürliche Ablegen der Eier spielt jedoch keine Rolle, da die Raupen polyphag sind. Man nahm früher an (NÜSSLEIN-RHUMBLER 1922), daß das Eierlegen auf anderen Pflanzen als der Buche nur bei massenweisem Vorkommen stattfände, da die Weibchen infolge mangelnden Lebensraumes dazu gezwungen wären. Von einem so starken Gedränge, das ein Hindernis für die Eiablage auf den Buchen ausmachen sollte, kann jedoch nie die Rede sein.

Zwecks Studiums der Eiablage wurden einige in Kopulierung begriffene Pärchen isoliert. Infolge der losen Verbindung zwischen Männchen und Weibchen hörte die Paarung bereits beim Einfangen auf. Die Eiablage wurde bei 9 Weibchen genau studiert. Viele von ihnen legten die meisten Eier schon am selben Tage ab, an dem sie eingefangen worden waren. Einige hörten erst nach 10 Tagen mit dem Legen auf. Die Ablage konnte 5mal mit bis 3 Tage langer Pause stattfinden. Nach dem Tode der Weibchen wurden ihre Ovarien untersucht und die nicht abgelegten Eier studiert und gezählt. Diese waren in den meisten Fällen unreif. Das deutet darauf hin, daß die Eier, die beim Ausschlüpfen nicht vollständig entwickelt sind, auch später weder Reife erlangen noch eine weitere Entwicklung durchlaufen. Daß später aus sämtlichen Eiern Raupen auskamen, zeigt, daß alle Eier befruchtet worden waren. Da die Kopulierung in sämtlichen Fällen abgebrochen worden war, weist dies auch darauf hin, daß die Überführung von Sperma auf das Weibchen nicht auf die abschließenden Phasen der Begattung aufgespart ist.

Auch solche Weibchen, die gleich nach dem Schlüpfen isoliert und damit an der Paarung verhindert worden waren, haben stets Eier abgelegt,

doch kamen aus diesen niemals Raupen aus, obwohl viele solche Eier vorgefunden wurden.

Die Eihäufchen sind dem Aussehen nach verschieden, bisweilen oval, bisweilen rund. Bei ungestörtem Verlauf geschieht die Eiablage in regelmäßig schräglaufenden Reihen von der unteren zur oberen Grenze, sowohl nach links als auch nach rechts. Einschichtige, ungeordnete Eihaufen, die man bisher als für den Buchenspinner kennzeichnend angesehen hat, treten wohl vor allem in Fällen auf, wo die Eiablage auf irgendeine Weise gestört wurde. Aber auch in solchen Fällen können die Eier übereinander liegen.

In der Natur kann man sowohl einzelne Eier als auch Haufen antreffen, die sich bis auf 400 Stück belaufen. Letzteres ist jedoch nur selten der Fall, da sich in den Ovarien der Weibchen bloß ausnahmsweise eine so große Anzahl Eier vorfindet. Von 571 von 7 gefällten Bäumen stammenden Eihäufchen in Kongalund Ende Juni 1942 konnte die Anzahl Eier je Häufchen auf im Durchschnitt 115 berechnet werden. Insgesamt fanden sich auf diesen 7 Bäumen über 66400 Eier, woraus man sich einen guten Begriff über die starke Eiablage machen kann.

Im Zusammenhang konnte eine genaue Bestimmung der Baumpartien, die den beliebtesten Platz für die Eiablage bilden, vorgenommen werden. Gemäß Trägårdh (1939) findet diese vor allem in etwa 3—4 m Höhe statt. In Kongalund war dies jedoch nicht der Fall. Eier fanden sich hier freilich auch auf den unteren Stammpartien, kamen jedoch ebenso auf der Untervegetation und auf anderen Baumarten als Buche vor. Die am wenigsten mit Eiern belegten Teile der Bäume waren der Stamm vom Boden bis zur Krone, sowie das obere Drittel der Krone. In letzterem konnte das Vorkommen einer Eiablage kaum festgestellt werden. Dasselbe galt auch oft für die unteren Stammpartien. Die Eiablage geschah mit Vorliebe im schützenden Laubwerk der unteren 2 Kronendrittel. Sie war nicht auf Stamm und gröbere Zweige beschränkt, sondern fand häufig auch auf dünneren Ästen und bisweilen sogar auf Blättern statt.

Eine Berechnung des Verhältnisses der Anzahl Eier je Baum, wobei auch Rücksicht auf die verschiedene Größe der letzteren genommen wurde, ergab, daß sich die Eiablage ungefähr gleichmäßig über das ganze Gebiet auf sowohl jüngere als auch ältere Buchen verteilte. Dies ist von Bedeutung im Hinblick darauf, ob sich der Buchenspinner lieber in älteren oder jüngeren Bäumen aufhält. Es erübrigt sich hier näher auf alle vorgenommenen Versuche einzugehen. Es soll bloß erwähnt werden, daß die Anzahl Eier in Kongalund im Sommer 1942 auf wenigstens 600 Millionen geschätzt werden konnte. Da die befallene Fläche ungefähr 75 ha umfaßte, muß diese Summe als recht bedeutend angesehen werden; sie entspricht ungefähr 10000 Eiern je Baum.

Die Eier sind ungefähr 0,8 mm lang und 0,9 mm breit. Sie sind anfangs kugelförmig, späterhin nach oben zu abgeflacht. So lange sie

sich in den Ovarien befinden, sind sie von grauer Farbe, nach dem Legen jedoch gegen die Unterseite hin weißglänzend und in den übrigen Partien gelbbräunlich. Die Mikropyle ist etwas dunkler und von einem helleren Ring begrenzt. Sie gleichen in Farbe und Form einem verkleinerten Auge. Bisweilen können sie grünlich oder weißlich sein. Sie sind strukturlos und besitzen eine harte, dicke, an der Innenseite perlmutterglänzende Schale.

Auf Grund ihrer harten Schale sind die Eier äußerst widerstandsfähig. Trotz reichlichem Niederschlag und relativ niedriger Temperatur im Sommer 1942 in Kongalund zeigten eingehende Versuche, daß aus so gut wie allen Eiern Raupen schlüpften. Die Fertigentwicklung der Eier beansprucht ungefähr 3 Wochen. In Kongalund traten die frisch ausgeschlüpften Raupen 1942 von Anfang Juni ungefähr einen Monat lang auf.

Die Raupe

Die Larven sind innerhalb der Eischale stets in gleicher Weise ausgerichtet, was zur Folge hat, daß die Ausschlüpfungen immer nach derselben Richtung weisen. Das erste Anzeichen des Schlüpfens ist eine äußerst feine Durchbrechung der Schale. Dadurch, daß die Raupe die angrenzenden Schalenpartien auffrißt, wird diese vergrößert, bis sie schließlich groß genug ist, um ein Hindurchdrängen des Tieres zu erlauben. Die Ausschlüpföffnung ist der Form nach annähernd oval, ungefähr doppelt so breit als hoch und liegt stets an der Seite der Schale. Ihre Kante ist uneben und unregelmäßig, da sie ja durch das Nagen der Raupe entstanden ist.

Charakteristisch für die Raupe ist in sämtlichen Stadien die reichliche Behaarung. Die Haare sind mit zahlreichen Fortsätzen versehen, die sich jedoch nur unter dem Mikroskope unterscheiden lassen. Die Eiraupe ist anfangs 3 mm lang, besitzt lange, schwarze Haare und 8 Warzen an jedem Segment. Die Beinpaare sind sämtlich gut ausgebildet. Der Einhäuter unterscheidet sich von der Eiraupe vor allem durch eine graue oder schwarze, zweifache Längszeichnung, die am Übergang des Rückens in die Seiten gelegen ist. Im 10. Segment befindet sich eine Verbindung zwischen diesen beiden Zeichnungen und die Rückenpartie dieses Segmentes ist daher überwiegend schwarz gefärbt. Am 11. Segment finden sich Spuren einiger roter Schwanzhaare. Der Zweihäuter ist leicht an zwei weißen Borsten am Rücken des 4. und 5. Segmentes zu erkennen, die sich später gelb färben. Die Einkerbung der Segmenten zwischen den Rückenborsten ist stark geschwärzt. Das 11. Segment trägt ein Büschel deutlich roter Schwanzhaare. Die schwarzen Zeichnungen sind ansonsten gleich denen des Einhäuters. Der Dreihäuter besitzt eine stärker markierte Zeichnung, besser ausgebildete Borsten am Rücken und ein längeres Schwanzbüschel. Oft findet sich die Anlage einer Borste auch am Rücken des Segmentes. Die Einkerbung zwischen 4. und 5. Seg-







Abb. 4. Raupen, links Eiraupe, in der Mitte Einhäuter, rechts Zweihäuter. Ungef. 7:1. Phot. T. NILSSON

ment ist breiter als im vorhergehenden Stadium; oft ist auch eine schwarze Färbung der Einkerbung zwischen 5. und 6. Segment angedeutet. Der Vierhäuter gleicht dem Dreihäuter im Aussehen. Erst beim Fünfhäuter sind je 4 Rückenborsten auf dem 4.—7. Segment entwickelt. Bei den erwachsenen Raupen finden sich wohl ausgebildete Einkerbungen zwischen 5. und 6. sowie 6. und 7. Segment. In den ersten Stadien sind Unterseite und Oberseite der Raupe von gleichem Farbton, später nimmt jedoch die Unterseite eine aschgraue bis graubraune Färbung an.

Die Grundfärbung der Raupe ist auch bei demselben Stadium einem starken Wechsel unterworfen. Die Eiraupe ist anfangs gelb, später gelbgrün und schließlich wieder gelb. Solche Wechsel in der Färbung charakterisieren auch die übrigen, jüngeren





Abb. 5. Raupen von der Seite. Oben Einhäuter, unten Zweihäuter. Ungef. 7:1.
Phot. T. NILSSON

Larvenstadien. Unter den älteren Raupenstadien zeichnet sich vor allem das letzte durch eine starke Variation der Grundfärbung aus. Rein braune Formen finden sich hier ebenso häufig wie gelbgrüne. Ein kontinuierlicher Übergang zwischen den extremen Farben gehört nicht zum Ungewöhnlichen Gemäß HERING (1926) beruht die Grundfärbung der Larven teils auf der Farbe der Cuticula, teils auf der Wirkung von Pigmentkörnern pflanzlichen Ursprungs unter der Cuticula. Die Veränderung der Chlorophyllkörner im Darme und die verschiedene Lagerung der vom Blute aufgenommenen Partikel würde demnach die jeweils verschiedene Farbenwirkung verursachen. Als Exempel führt HERING eben *Dasychira pudibunda* an. Er weist darauf hin, daß sich die frisch ausgeschlüpften Raupen in der Farbe deutlich von denjenigen unterscheiden, die bereits mit der Nahrungsaufnahme begonnen haben. Die braune Färbung, die oft die erwachsenen Raupen charakterisiert, beruht seiner Meinung nach darauf, daß braune Blätter einen Bestandteil ihrer Nahrung bilden. Gemäß MEYER (1929) können sich Raupen Chlorophyll und Xantophyll nicht zu gute machen, da keine der beiden Verbindungen noch Derivate derselben auf chemischem Wege in der Lymphe nachgewiesen werden können. MEYER ist der Ansicht, daß „der grüne Farbstoff in der Lymphe eine Oxydationsstufe eines durch ein Ferment oxydierten Eiweißkörpers ist“. Sollte dies auch für die Raupen des Buchenspinners zutreffen, hätte man hierin eine ausgezeichnete Erklärung für den engen Zusammenhang zwischen Nahrungsaufnahme und Färbung. „Von den befressenen Pflanzenstoffen kommt nämlich vornehmlich das Eiweiß in Betracht“ (ESCHERICH 1931). Bei den jüngeren Larvenstadien ist die Grundfärbung beinahe ausschließlich von den unter der Cuticula belegenen Farbstoffen abhängig. Die schwarzen Zeichnungen werden dagegen bloß von der Cuticula gebildet. Nach vollzogener Häutung läßt sich die abgelegte Cuticula gut untersuchen. Ausgenommen die schwarzen Zeichnungen und die oft grell gefärbten Haare ist sie meistens vollkommen farblos. HERING kann nicht erklären, weshalb die Raupen vor der Häutung die Farbe wechseln. Dies ist jedoch meiner Ansicht nach natürlich, da die Tiere schon relativ lange vor der Häutung mit dem Fressen aufhören. Die Häutung führt auch die Erneuerung gewisser Darmpartien mit sich, weshalb die Raupen gezwungen werden, sich passiv zu verhalten. Das aufgenommene Eiweiß, das gemäß MEYER mit Hilfe eines Fermentes oxydiert und damit grün gefärbt wird, wird für den Stoffwechsel in Anspruch genommen. So lange die Raupe frißt, werden die verbrauchten Eiweißkörper ständig durch neue ersetzt. Unmittelbar vor und nach einer Häutung kann dieser Ersatz nicht stattfinden, weshalb die Tiere eine gelbe Farbe annehmen. In Hungerversuchen konnte ich leicht feststellen, daß sich die Raupen binnen kurzem gelb färbten. Solche ausgehungerte, gelbe Larven werden grün, sobald sie aufs Neue Nahrung erhalten. Um die Farbenwirkung zu studieren, wurde eine Raupenkolonie längere Zeit hindurch mit Laub von Blutbuche

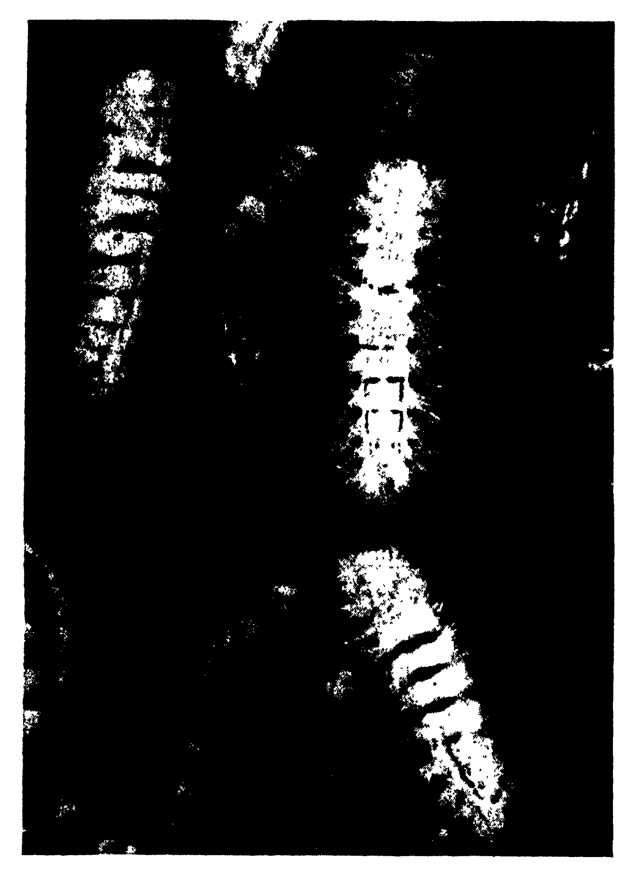


Abb. 6. Ausgewachsene Raupen auf Buchenstamm. Beachte die verschiedene Färbung. Natürl. Größe. Phot. H. JOHNSSON

ernährt. Die Tiere nahmen jedoch die gleiche Farbe an wie die mit grünem Laub aufgezogenen. Dagegen wiesen ihre Exkremente Anthocyanfärbung anstatt der normalen Grünfärbung auf. Daß die Exkremente normalerweise grün gefärbt sind, weist auch auf die Richtigkeit der MEYERschen Untersuchungen hin. Man kann jedoch nicht sagen, daß die Raupen selbständig Farbstoffe bilden, da das Ferment nur bei Gegenwart von pflanzlichem Eiweiß wirksam ist. Das häufige Auftreten von gelben Larven in der Natur ist erklärlich, wenn man an das verschiedene Alter der Tiere denkt. Bei einem massenweisen Auftreten häufen sich eine große Anzahl Raupen so gut wie ständig. Auf den Stämmen kriechende Tiere sind oftmals gelb, da sie dort einerseits mit Vorliebe ihre Häutung vollziehen, andrerseits sich oft auf der Suche nach neuem Futter befinden und längere Zeit gehungert haben.

Die älteren Larvenstadien werden, wie schon erwähnt, oft durch eine braune Färbung gekennzeichnet. HERINGS' Ansicht, daß sich die Larven braun färben, sobald sie sich durch braune Blätter ernähren, muß, zumindest den Buchenspinner betreffend, abgelehnt werden. Zur Zeit des Auftretens der erwähnten Larvenstadien sind die Buchen noch grün und Raupen aller Schattierungen können auf dem gleichen Baume vorkommen. Die Ursache der dunklen Färbung ist wohl eher eine mehr oder weniger starke Ausbildung der dunklen Zeichnungen in der Cuticula bei den älteren Stadien. Die dunkle Färbung läßt sich wahrscheinlich direkt auf genetische Faktoren zurückführen. Es ist aber auch glaubhaft, daß außerdem physiologische Verschiedenheiten eine Rolle spielen. Bisher liegen jedoch noch keine so ausführlichen Untersuchuugen vor, als daß dieses

Problem eingehender besprochen werden könnte.

Wie wir schon oben sahen, ändert sich die Farbe der Eiraupe kurz vor der Häutung ziemlich schnell von gelbgrün in gelb. Das Tier sucht dann einen geschützt liegenden Ort auf, z. B. die Unterseite eines Blattes oder einen vor einfallendem Licht geschützten Teil des Stammes. Um eine feste Unterlage zu erhalten, erzeugt es zahlreiche Fäden, die es rechts und links von sich befestigt. Auf diese Weise für die Häutung vorbereitet, verhält es sich still. Allmählich, anfangs schwach, später jedoch immer deutlicher sichtbar, treten 10 schwarze, den Körper umziehend, Ringe auf. Sie stammen von den Haaren der neuen Raupenhülle. Vor allem bei jüngeren Stadien sind die Haare sehr lang im Verhältnis zur Körperlänge. Es entsteht nun das Problem, wie die langen Haare der neuen Haut unter der alten Platz erhalten können, ehe diese birst. Dies geschieht in der Weise, daß die Haare in abgegrenzten Partien um die neue Haut gewunden zu liegen kommen. Kurz vor dem Bersten der Cuticula kann man kreuzweise liegende Haarbüschel erst am vorderen und später auch am hinteren Teil des Tieres wahrnehmen. Dieses bewegt sich nämlich innerhalb der alten Cuticula, wobei die oben angeführte Anordnung der Haare gestört wird. Durch die Bewegung tritt eine starke Spannung ein, die ein Bersten der alten Haut gleich hinter dem Kopf zufolge hat. Auf diese Weise entsteht eine Öffnung, durch die sich das Tier erst mit dem Kopf und dem vorderen Teil des Rumpfes herausdrängen kann; schließlich fällt es ihm leicht, ganz aus der alten Haut herauszukriechen. Von dieser ist nur mehr die alte Kopfkapsel übrig. Von ihr befreit es sich durch wiederholtes Reiben des Kopfes an der Unterlage. Die Haare sind anfangs infolge ihrer ursprünglichen Lage eingerollt, richten sich jedoch bald auf.

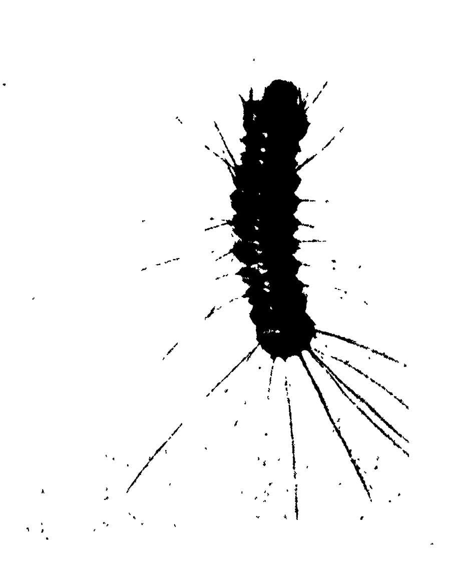


Abb. 7. Eiraupe, kurz vor der ersten Häutung. Ungef. 7:1. Phot. T. NILSSON

Auch die jüngsten Raupen besitzen ein g u t e s B e w e g u n g s v e r m ö g e n. Die F o r t b e w e g u n g erfolgt nicht bloß durch Kriechen auf der Unterlage, sondern auch m i t t e l s l e b h a f t e n S p i n n e n s von Fäden, an denen sie sich hinablassen und hinaufkriechen können. Die Fäden sind äußerst zart und kaum sichtbar. Die Verbreitung der Raupen von einem Baum auf den anderen geschieht sehr schnell.

Die frisch ausgeschlüpften Tiere sind sehr leicht und wiegen nicht mehr als ungefähr 0,4 mg. Die Verbreitung auf andere Bäume erfolgt daher oft durch den Wind mit Hilfe der äußerst feinen und elastischen Spinnfäden. So können junge Bäume mit an sich geringem Eibelag von jungen Larven befallen werden. Die Fortbewegung mittels Spinnfäden ist auf die 3 jüngsten Stadien beschränkt, da die Tiere später zu schwer werden. Auch würden sich in der Luft schwebende, größere Tiere in ganz anderer Weise die Aufmerksamkeit ihrer Feinde zuziehen. Die Spinnfertigkeit geht jedoch keineswegs verloren. Bei der Häutung wird die Unterlage auf gewöhnliche Weise gesponnen. Ältere Raupen können sich einrollen und ohne Schaden zu Boden fallen lassen. Für eine Ortsveränderung nach unten finden sich demnach mehrere Möglichkeiten für sowohl ältere als auch jüngere Tiere; um nach oben zu gelangen sind die Raupen jedoch auf eine feste Unterlage angewiesen, wenn man vom Klettern an den Spinnfäden absehen will. Nur ausnahmsweise sieht man Raupen an den Stämmen abwärts kriechen, dafür um so häufiger aufwärts. Die älteren Stadien können nicht mittels Spinnfäden auf andere Bäume gelangen, sondern müssen über den Boden kriechen, wenn sie neue Wirtspflanzen aufsuchen wollen.

Die Raupen sind von sehr starkem, positiven Phototropismus geleitet. Dies ließ sich am leichtesten in Kulturen feststellen, wo sie sich stets an den am meisten dem Lichte ausgesetzten Partien ansammelten. Sie sind jedoch keineswegs auf Licht angewiesen, um leben zu können. Versuchstiere konnten über einen Monat in vollständiger Dunkelheit am Leben erhalten werden. Zur Zeit der Häutung werden sie negativ phototrop.

Auf eine Berührung ihrer Haare reagieren die Raupen oftmals durch unmittelbares, bogenförmiges Aufwärtskrümmen der 4.—7. Glieder. Diese Stellung ist vor allem für ältere Tiere kennzeichnend. Hierbei treten die schwarzen Einkerbungen am Rücken hervor. Diese Stellung wird nicht nur bei Gefahr eingenommen, sondern dient auch als Ruhestellung. Schwanzbüschel und Rückenborsten erregen wohl Widerwillen bei den Feinden und bilden daher wohl eine gute Schutzeinrichtung. Ihre Wirkung dürfte durch das Hervortreten der schwarzen Einkerbungen beträchtlich erhöht werden. Bei größerer Gefahr rollt sich das Tier ein. Die langen, abweisenden und mit nach hinten gerichteten Fortsätzen versehenen Haare sind dabei nach allen Seiten gerichtet. Die abschreckenden Zeichnungen treten deutlich hervor und zugleich wird die empfindliche Unterseite geschützt. Die Raupe verhält sich also wie ein Igel bei Gefahr. Dadurch, daß sich ihre Haare leicht vom Körper lösen, erfährt sie einen weiteren Schutz. Bei einem bloß auf die Haarbekleidung beschränktem Angriff muß sich der Angreifer mit diesen unverdaulichen Gebilden begnügen. Der Haarverlust spielt für das Tier keine größere Rolle. Vor den Häutungen sind gewöhnlich die meisten Haare abgeschabt, ohne daß es dadurch Schaden gehabt hätte.



Abb. 8. Buchenblatt, links benagt von Eiraupe, in der Mitte von Ein- oder Zweihäuter, rechts von Drei- oder Vierhäuter. Phot. T. NILSSON

Beim Vergrößern der Ausschlupföffnung verzehrt die Raupe gewöhnlich mehr oder weniger große Teile der Eischale (siehe auch FRÜCHTENICHT 1934). Oft bleiben nur die basalen Teile übrig, die die Eiraupe mit ihren Kiefern nicht erreichen kann. Bei Nahrungsmangel, oder wenn die Nahrung schwer erreichbar ist, bleiben nur unbedeutende Reste der Schalen erhalten. Die Raupen fressen auch gerne Blätter mit dickerer Epidermis. Sie sind in großem Maße polyphag. Eiche, Espe, Erle, Birke, Eberesche, Traubenkirsche, Himbeere und *Salix* können als Beispiele gerne angenommener Wirtspflanzen angeführt werden. *Abies* wurde von in Kulturen befindlichen Raupen nicht angerührt und dasselbe gilt für viele Kräuter, wie z. B. *Ranunculus*. Einige Larven erhielten probeweise weiße Malvablüten, rührten diese jedoch nicht an und verhungerten.

Die Nahrungsaufnahme der Eiraupe kann als typischer Fensterfraß bezeichnet werden. Das Blatt wird nicht vom Rande, sondern von der Ober- oder Unterseite aus angegriffen. Die Epidermis der gegenüberliegenden Blattseite wird gewöhnlich verschont; nur in Ausnahmefällen wird auch sie angefallen, so daß richtige Löcher entstehen. Die Eiraupe verzehrt im Durchschnitt nicht über 50 mm² Blattfläche. Zwei- und Dreihäuter haben kräftigere Kiefer und durchbrechen die Blätter vollständig. Nur mehr oder weniger starke Rippen werden nicht angegriffen. Charakteristisch ist die Zerstörung der Blattpartien zwischen 2 Seitennerven. Bereits für den Dreihäuter lohnt sich der Fraß nicht mehr und dies gilt in noch viel höherem Grade für den Vierhäuter. Große Blattreste fallen zu Boden (siehe auch NÜSSLIN-RHUMBLER 1922).



Abb. 9. Kahlgefressener Buchenbestand, Kongalund, September 1941. Die Espe in der Mitte ist bloß schwach angegriffen. Phot. H. JOHNSSON

Bei massenweisem Auftreten des Buchenspinners werden die Bäume von den Raupen



Abb. 10. Das Aussehen der Bodenvegetation im September 1941 in Kongalund; das Himbeergesträuch ist vollständig kahl gefressen. Phot. H. JOHANSSON

vollkommen kahl gefressen. Da die Entwicklung der ersten fünf Stadien ungefähr anderthalb Monate in Anspruch nimmt und die Nahrungsaufnahme während dieser Zeit relativ unbedeutend ist, trifft das Kahlfressen erst Ende August und im September ein. Der Bedarf an Nahrung wird gegen das Ende der Entwicklung schnell sehr groß. Im Buchenwald werden in erster Linie die Buchen als Wirtspflanzen in Anspruch genommen. Andere Baumarten können daher hier noch im September in voller Belaubung stehen. In Kongalund wurden 1941 erst die 50 bis 100 Jahre alten Buchen kahl gefressen und darnach folgten der Reihe nach jüngere Buchen, Eichen und Espen. Esche und Rhamnus wurden nicht entlaubt. Die Bodenvegetation in Kongalund wird zum größten Teil von Himbeergestrüpp gebildet, das die Raupen lieben und das vollkommen kahl gefressen wurde.

Sobald sich innerhalb eines angegriffenen Gebietes nichts Freßbares mehr vorfindet, versuchen die Raupen, die sich an seinem Rande befinden, auf noch nicht befallene, in der Nähe befindliche Bäume zu gelangen. Die Tiere, die sich in der Mitte des Gebietes befinden, gehen zum größten Teil zugrunde. Sie verlassen freilich die entlaubten Bäume, sind jedoch nicht imstande, Stellen aufzusuchen, die noch reichliche Nahrung bieten, selbst wenn diese relativ nahe liegen. Sie kriechen anstatt dessen an bereits entlaubten Bäumen hinauf. Viel fallen so dem Hungertode anheim, während andere stark geschwächt an Krankheiten zugrunde gehen. Zu diesem Zeitpunkt der Gradation liegen tote oder sterbende Raupen in

dicken Lagen an der Basis der befallenen Bäume. Das ganze Gebiet wird von Abfallsgestank erfüllt. Am meisten begünstigt sind zweifelsohne die Tiere, die sich in den peripheren Teilen des befallenen Gebietes befinden. Sie haben die besten Voraussetzungen sich bis zur Verpuppung zu entwickeln. Besucht man ein befallenes Gebiet z. B. Ende Juli, läßt sich ein schwaches Geräusch vernehmen, das von den zu Boden fallenden Exkrementen herrührt. Mit dem Wachsen der Raupen werden auch die Exkremente größer, und damit das Geräusch stärker.

Die Puppe

Ende September und Anfang Oktober sind die Raupen ausgewachsen. Sie beginnen jetzt ihre Verpuppung vorzubereiten. Die Nahrungsaufnahme hört auf und die Tiere begeben sich nach einigen Tagen auf den Boden. Auf der Suche nach einem geeigneten Ort unternehmen sie keine größeren Wanderungen. Auch bei großer Raupenzahl findet sich genügend Platz, und man kann eine starke Anhäufung von Puppen auf begrenztem Raum feststellen. Nach RATZEBURG (1840) bevorzugen die Raupen zu ihrer Verpuppung von Moos bedeckten Boden; WALLENGREN (1863) vertritt dieselbe Auffassung. Die Bodenvegetation in Kongalund wird von Pflanzen mit hohen Anforderungen an die Fruchtbarkeit des Bodens gebildet und von dem Vorkommen einer Moosdecke kann nicht die Rede sein. Daß sich eine ausgedehntere Bemoosung im Buchenwald vorfinden sollte, scheint mir auch fraglich zu sein. In Kongalund konnten beinahe sämtliche Puppen bzw. Kokons zwischen Buchenblättern angetroffen werden. Auch auf der Unterseite der Kötze von aufgestapeltem Buchen fanden sich zahlreiche Kokons dicht nebeneinander.

Der Kokon ist zweifach, d. h. er besteht aus einer äußeren und einer inneren Hülle. Der äußere Kokon wird nach BACOT (1898) von einem zarten, aus weißen Fäden bestehenden Gewebe gebildet: der innere ist dünner, aber fester und an der Innenseite mit Larvenhaaren ausgekleidet, deren verschiedene Färbung er besitzt. In der äußeren Hülle befinden sich bloß wenig Haare, da die Raupe bei der Verfertigung derselben mehr Platz zur Verfügung hat. Das äußere Gewebe ist lockerer und unregelmäßiger als das innere und hat in erster Linie ein Zusammenhalten der Buchenblätter zur Aufgabe. Es können verschieden viele Blätter zur Verwendung kommen. Wird nur ein Blatt verwendet, wird es mehr oder weniger tütenförmig eingerollt.

Die Puppe ist von hellbrauner bis schwarzbrauner Farbe, bisweilen auch rotbraun. Manchmal ist das Abdomen rotbraun, die vorderen Partien jedoch mehr oder weniger hellbraun. Die Anlagen der Flügel sind nach RATZEBURG (1840) rauh; die Anlagen der Antennen und der 3 Beinpaare sind ebenfalls deutlich markiert. Das Abdomen endet mit einem, mit hakenförmigen Fortsätzen versehenen Cremaster. Der Rücken der Puppe ist mit einer Menge einfacher, gelber Haare versehen; die Haare

der Unterseite sind kurz und nur von geringer Anzahl. Die Behaarung ist auf gewisse rauh- bzw. knotig punktierte Partien beschränkt und die Haare, die immer nach hinten gerichtet sind, entspringen stets von einer warzigen Erhebung. Die Messung von 48 Puppen ergab eine zwischen 15—22 mm wechselnde Länge. Die Länge weiblicher Puppen variiert stärker als die der männlichen[1]). In weiter fortgeschrittenem Stadium färben sich die dünnen Glieder des Abdomens der männlichen Puppe deutlich gelb. Die des Weibchens sind in der Regel kurz vor der Entpuppung grünlich gefärbt und von mehreren längslaufenden, strangförmigen Gebilden überzogen. Diese stammen von abdominalen Haarbüscheln der innerhalb der Puppenhülle bereits fertig ausgebildeten Imago. Man sollte meinen, daß die Haare gleichmäßig über den gesamten Hinterkörper verstreut wären. In Wirklichkeit rücken sie jedoch büschelweise zusammen, wodurch oben beschriebenes Bild entsteht. Mit vollkommener Sicherheit lassen sich männliche und weibliche Puppen an der Lage der Geschlechtsöffnung unterscheiden, die beim Männchen näher am Cremaster liegt.

Die Puppen des Buchenspinners sind sehr widerstandsfähig gegen niedrige Temperatur. Die kalten nordischen Winter hemmen sie daher nicht in ihrer Entwicklung, sondern begünstigen sie eher. Eine weitere Ausbreitung der Art nach Norden wird daher wahrscheinlich nicht durch das strenge Klima, sondern das Fehlen der Buche, der wichtigsten Wirtspflanze, verhindert. Schon Hering (1926) führt an, daß nicht die langen und kalten Winter ungünstig auf das Insektenleben des folgenden Sommers einwirken, sondern die feuchten und milden. Seiner Ansicht nach beruht dies auf einer entwicklungsfördernden Wirkung des Frostes. Meiner Meinung nach erhalten Frost und Kälte die Tiere bei voller Vitalität. 1941/42 hatte Schonen einen sehr strengen Winter. In Kongalund konnte mehrmals eine Temperatur von —30° C und darunter gemessen werden. Dennoch blieben die Tiere am Leben und die Entpuppung im Frühling verlief normal. Allerdings war in diesem Falle eine dicke, schützende Schneedecke während des Winters vorhanden. Dies hatte andrerseits zur Folge, daß die Puppen im Frühling einem starken Schmelzwasser ausgesetzt wurden. Um dies überleben zu können, müssen sie auch eine große Widerstandskraft gegenüber Wasser besitzen. Dies konnte bewiesen werden, indem ganz einfach einige Puppen in ein Glas Wasser gelegt wurden. Die meisten an das Landleben angepaßten Tiere wären dabei natürlich schnell ertrunken. Obwohl die Puppen 59 Stunden im Wasser lagen, lebten sie nachher weiter. Eine von ihnen entwickelte sich später zur Imago.

[1]) Männliche und weibliche Raupen sind beim Ausschlüpfen gleich groß und letztere bedürfen daher mehr Nahrung, um ihre volle Größe zu erlangen. Können sie diese nicht erhalten, tritt oft Notverpuppung auf, und man erhält weibliche Puppen, die nicht größer sind als männliche.



Abb. 11. Kokons. In der Mitte bloß die innere Hülle. Natürl. Größe. Phot. T. NILSSON

Die Feinde

Das 1941 und 1942 in Kongalund befallene Gebiet umfaßt einen Bestand von 30—100 jährigen Buchen. Himbeergesträuch ist reichlich vorhanden, jedoch nicht als Nistplatz für Vögel geeignet. Der Wald ist gut gepflegt und einheitlich, Bäume mit Höhlungen kommen nicht vor. Die Voraussetzungen für ein reiches Vogelleben sind daher gering und so war dieses auch während der Gradation nur unbedeutend. Die Anzahl von Arten wie auch von Individuen war geringer als sonst im Buchenwald im allgemeinen üblich. Insektenfressende Vögel haben also nur in unwesentlichem Maße an der Dezimierung des Buchenspinnerbestandes teilgenommen. Außerdem schützte die dicke Schneedecke des Winters 1941—1942 in Kongalund die Puppen auch vor Angriffen der Vögel. Wenn während dieser Zeit Bäume gefällt wurden und dabei der Schnee am Fuße derselben entfernt war, sammelten sich Eichelhäher und Kohlmeisen stets in großen Scharen an diesen Stellen und verzehrten alle zugänglichen Puppen. Sobald der Frühling kam, gab es aber für diese Vögel andere Nahrung und sie ließen die Puppen von da an unangerührt. Die Raupen des Buchenspinners sind behaart und, wie schon oben erwähnt, mit abschreckenden Gebilden und Zeichnungen versehen, wodurch die meisten Vögel wohl vom Zugriff abgehalten werden.

Die verhältnismäßig reichhaltige Bodenvegetation bietet gute Lebensbedingungen für parasitierende Hymenopteren. Obwohl im Sommer 1942 ungefähr 50 000 von Kongalund stammende Eier untersucht wurden, fand ich bloß einen einzigen von Proctotrupiden angegriffenen Eihaufen. Es handelt sich hierbei um eine noch nicht bestimmte Art.

Ichneumoniden kamen in Kongalund häufig vor und konnten an sonnigen Tagen oft in großen Mengen wahrgenommen werden. Diese Parasiten greifen die Raupen in früheren und späteren Stadien an. Die Anzahl der von Schlupfwespen befallenen Puppen im Winter 1941—1942 in Kongalund war jedoch keineswegs bedeutend. Von einer größeren Anzahl von einigen untersuchten Quadratmetern stammenden Puppen waren bloß ungefähr 7 % angegriffen. Es kamen vor allem drei Arten Ichneumonidae vor, die bereitwilligst von Dr. A. ROMAN, Stockholm, bestimmt wurden. Es handelt sich um *Automalus alboguttatus* Gr., *Coccigonimus instigator* F. und *Epiurus inquisitor* Scop. Letzterer war am seltensten. Die Imago von *Coccigonimus instigator* trat gleichzeitig mit der des Buchenspinners auf, konnte jedoch auch zu anderen Zeitpunkten beobachtet werden. Auch *Epiurus inquisitor* schlüpfte in Versuchskulturen gleichzeitig mit dem Buchenspinner aus. *Automalus alboguttatus* dagegen schlüpfte erst 14 Tage später aus. Während *Automalus alboguttatus* und *Coccigonimus instigator* die Puppenhülle des Wirtes als äußere Umhüllung bei der Überwinterung benützen, brechen die Larven von *Epiurus* aus der Larve aus, sobald sich diese einen Kokon gesponnen hat. In diesem Falle entwickelt sich also der Wirt nicht bis zur Puppe. Die Larven des Parasiten verfertigen sich jede einen pergamentartigen Kokon, der in dem der Buchenspinnerraupe gelegen ist. Da mehrere *Epiurus*-Larven in einer *Dasychira*-Raupe schmarotzen, befinden sich auch mehrere *Epiurus*-Kokons innerhalb derselben Hülle. Im Querschnitt gleicht ein befallener Kokon ungefähr den nebeneinander liegenden Zellen von Bienenwaben. Die Puppen der Parasiten, die im gleichen Kokon liegen, können beiderlei Geschlechtes sein. Kurz nach der Entpuppung findet die Paarung statt. Sowohl *Coccigonimus instigator* als auch *Automalus alboguttatus* überwintern im Larvenstadium. Von ersterem befallene Puppen lassen sich leicht an ihrer unbeweglichen abdominalen Hüllenpartie erkennen.

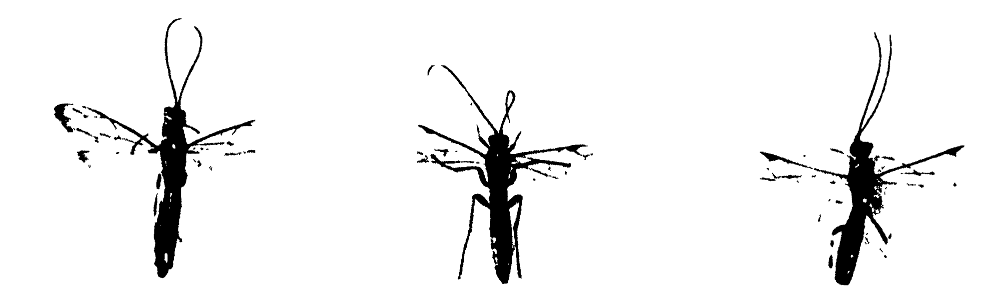


Abb. 12. Die drei häufigsten paras. Hymenopteren des Buchenspinners in Kongalund 1941/42. Von links: *Automalus alboguttatus* Gr., *Coccigonimus instigator* F. und *Epiurus inquisitor* Scop. Letzterer ungef. 3:1, die übrigen in natürl. Größe. Phot. T. NILSSON



bb. 13. Links normale Puppe; in der Mitte von *Coccygomimus instigator* F. befallene Puppe; rechts Kokon mit Ausschlupföffnung von *Ephurus inquisitor* Scop. Beinahe natürl. Größe. Phot. T. NILSSON

Abb. 14. *Carcelia gnava* Meig.; links von den Imagos verlassene Puppariem, rechts geöffneter Kokon von *Dasychira* mit Puppariem. Phot. T. NILSSON



Abb. 15. Stroma von *Cordiceps militaris* Fr., von einer *Dasychira*-Raupe ausgehend. Kongalund, Oktober 1941. Phot. T. NILSSON und N. SYLVÉN



Abb. 16. Von *Cordyceps militaris* Fr. angegriffene Puppen. Kongalund, Juni 1942. Phot. T. NILSSON

Auch sind solche Puppen ungefähr 20 % leichter als normale. In durchfallendem Licht sind die Parasiten in der Hülle deutlich sichtbar. Die von *Automalus alboguttatus* befallenen Puppen lassen sich nur schwerer erkennen, da der abdominale Teil ihrer Hülle bis zum Ausschlüpfen des Parasiten beweglich bleibt. Solche Puppen haben eine täuschende Ähnlichkeit mit gesunden. Ihr abdominaler Teil ist beweglich, da die Innenseite der Puppenhülle feucht ist. Eine kittige Masse bekleidet zum größten Teil die Innenseite der abdominalen Hüllenpartien. Sie besitzen ebenfalls ein geringeres Gewicht als normale Puppen. Die Imagos dieser beiden zuletzt besprochenen Parasitenarten verlassen die Puppenhülle durch ein kreisrundes Loch am vorderen Ende.

Die Zahl der von parasitischen Fliegen während des Winters 1941—1942 in Kongalund angegriffenen Buchenspinnerpuppen war nur gering. Von sämtlichen Puppen waren bloß ungefähr 2—3 % befallen. Die einzige Art von einiger Bedeutung war *Carcelia gnava* Meig (bestimmt durch Volksschullehrer O. Ringdahl, Hälsingborg). Die Kokons des Buchenspinners enthielten bisweilen 1—3 Pupparien dieser Art. Wie bei *Epiurus inquisitor* verlassen die Larven der Fliegen den Wirt, sobald dieser einen Kokon verfertigt hat, noch ehe er mit der Verpuppung beginnt. Die Imagos von *Carcelia gnava* treten gleichzeitig mit denen des Buchenspinners auf.

Als wichtigster Parasit in Kongalund auf sowohl Raupen als auch Puppen des Buchenspinners mußte, wenn man von Bakterien absieht, der Pyrenomycet *Cordiceps militaris* F. angesehen werden. Auf Flächen von einem Quadratmeter Inhalt waren während des Winters 1941—1942 bisweilen bis 15 % der Puppen von ihm befallen. Eine kürzere Besprechung von *Cordiceps militaris* ist von mir bereits in der Zeitschrift „Botaniska Notiser" veröffentlicht worden (1942). Oktober und November 1941 waren in Kongalund sehr reich an Niederschlag. Dadurch wurde die Stromabildung des Pilzes begünstigt. Der Pilz überwintert als Sklerotium, wodurch der Wirt vollständig mummifiziert wird. Man kann Puppen antreffen, die vollkommen normal aussehen oder höchstens ein wenig heller als gewöhnlich sind. Bei näherem Studium zeigt sich jedoch, daß sie hart, unbeweglich und vollkommen vom Mycel des Pilzes ausgefüllt sind. Im Frühling dringen die Hyphen der Pilze bei geeigneter Feuchtigkeit durch die Puppenhülle hindurch nach außen. Binnen kurzem kann die Puppe so von einem weißen, kalkigen Lagen überzogen sein. Diese Form wird oft, wenn der Verlauf der Entwicklung nicht näher bekannt ist, als *Botrytis bassiana* Bals. bezeichnet. Hering (1926) führt an, daß Schmetterlingsraupen oft von einem Pilz befallen werden, der die Haut kalkartig überzieht. Er bezeichnet diese Krankheit als „Kalksucht" und sieht die Ursache in *Botrytis bassiana*.

Gefährliche Feinde der Raupen sind auch Bakterien. Diese Bakteriosen führen häufig zum Tode. Die Exkremente werden dünnflüssig und die Tiere verfärben sich.

Folgen des Fraßes

Bei massenweisem Angriff geschieht, wie schon oben erwähnt, die Entlaubung der befallenen Bäume erst am Schlusse ihrer Vegetationsperiode. Daher entwickeln sich auch die Bucheckern normal, wenn sie auch leichter sind als bei gesunden Bäumen. Von einer bedeutenderen Beschädigung kann in diesem Zusammenhang nicht die Rede sein. Das Institut für die Veredelung von Waldbäumen in Ekebo hat seit einigen Jahren in dieser Hinsicht Beobachtungen in Kongalund gemacht. Bucheckern konnten während des ersten Angriffsjahres 1941 in normalem Um-

fang geerntet werden. Sie waren normal und zur Aufzucht neuer Pflanzen geeignet. Letztere weisen bis jetzt keine herabgesetzte Vitalität auf. Da der Angriff auf die Bäume stets spät erfolgt, wird deren Assimilationsperiode nicht in stärkerem Maße abgekürzt.

Dennoch läßt sich ein Verlust feststellen. Der Zuwachs der Bäume nimmt ab und die Jahrestriebe werden kürzer. Die angegriffene Fläche betrug 1941 in Kongalund ungefähr 75 ha. Der Verlust infolge herabgesetzten Wachstums wurde auf ungefähr 2000 schwedische Kronen geschätzt. Dies gilt jedoch nur für die während des ersten Angriffsjahres erfolgte Beschädigung. 1941 erlag keiner der Bäume dem Angriff vollständig. Die Belaubung fand 1942 in normaler Weise statt. Sie erfolgte im Gegensatz zu früheren Angaben (Trägårdh, 1939), gleichzeitig in dem 1941 befallenen Gebiet und in dem angrenzenden Wald. Da die Bäume während eines Angriffes nicht genügend Nahrung aufspeichern können, haben ihre Blätter am Anfang der folgenden Vegetationsperiode eine hellere Farbe als normale. Das Assimilationsvermögen ist herabgesetzt. Die Bäume nehmen jedoch bald wieder ein normales Aussehen an. Das Holz entlaubter Bäume wird nach der Angabe von Holzhauern zähe und läßt sich schwer behauen. Es besteht die Gefahr, daß die jüngeren Buchen einem neuen Angriff des Jahres 1942 erliegen werden.

Schrifttum

Bacot, A., 1898, The British Liparid Moths. Entom. Record Bd. X.

Boas, J. E. V., 1923, Dansk Forstzoologie. Kopenhagen.

Eidmann, H., 1929, Morphologische und physiologische Untersuchungen am weiblichen Genitalapparat der Lepidopteren. Zeitschr. f. angew. Entomologie Bd. XV.

Escherich, K., 1931, Die Forstinsekten Mitteleuropas Bd. III. Berlin, Verlag Paul Parey.

Früchtenicht, F., 1934, Eine Kreuzung zwischen *Dasychira pudibunda* und *Dasychira pudibunda ab. concolor* Stgr. Zeitschrift f. wiss. Insektenbiologie Bd. XXVII. Berlin.

Hering, M., 1926, Biologie der Schmetterlinge. Berlin, Verlag Springer.

Meyer, P. F., 1929, Untersuchungen über die Aufnahme pflanzlicher Farbstoffe in den Körper von Lepidopterenlarven. Sitzungsber. Nat. Ges. Bd. II. Rostock.

Nüsslin, O., 1922, Leitfaden der Forstinsekten. 3. Aufl. herausgeg. von L. Rhumbler. Berlin, Verlag P. Parey.

Ratzeburg, J. Th. Ch., 1840, Die Forst-Insecten. Bd. II. Berlin.

— — 1841, Die Waldverderber und ihre Feinde. Bd. II. Berlin.

Seitz, A., 1913, Die Groß-Schmetterlinge der Erde. I. Abt. Die Groß-Schmetterlinge des Paläarktischen Faunengebietes Bd. II. Stuttgart, Verlag Kernen.

Spuler, A., 1908, Die Schmetterlinge Europas. Bd. I. Stuttgart, Verlag Nägele.

Sylvén, E., 1942, *Cordyceps militaris* Fr. på *Dasychira pudibunda* L. Bot. Not. Häfte 1. Lund.

Trägårdh, I., 1939, Sveriges Skogsinsekter. Stockholm.

Wallengren, H. D. J., 1863, Skandinaviens Heterocerfjärilar. Bd. I. Lund, Verlag Bülow.

Verschiedenes

Zur Nomenklaturfrage

Bericht über die Tätigkeit der Kommission zur vorläufigen Regelung der zoologischen Nomenklatur

Auf den in dieser Zeitschrift und im Zool. Anzeiger[1]) veröffentlichten Aufruf gegen das unnötige Namenändern in der Zoologie ist eine sehr große Anzahl von Zustimmungserklärungen aus allen Kreisen der Zoologenschaft eingelangt, die die in der Allgemeinheit herrschende Unzufriedenheit mit den derzeitigen nomenklatorischen Zuständen anschaulich ausdrückt. Gestützt auf diese Zustimmungen hat der vorbereitende Ausschuß nunmehr die im Aufruf angekündigte Kommission gebildet. Diese ist — vorläufig nur in einem engeren, auf die Entomologie beschränkten Rahmen — am 11. Dezember 1942 in München unter dem Vorsitz von Prof. Dr. Escherich erstmalig zusammengetreten. Anwesend waren die Kommissionsmitglieder Dr. H. Hedicke (Berlin), Prof. Dr. M. Hering (Berlin), Prof. Dr. E. Martini (Hamburg), Prof. Dr. A. Thienemaan (Plön) sowie der Unterzeichnete.

Es wurden folgende Beschlüsse gefaßt:

Zu Antrag 1 des Aufrufs, betreffend die vorläufige Stillegung aller nicht taxonomisch notwendigen Namenänderungen. — Dieser Antrag ist als Sicherung der Zukunft gegen weitere unnötige Namenänderungen von überragender Bedeutung. Seine logische Begründung ist einleuchtend; er wurde auch seitens einer berufenen Vertretung der Prioritätsanhänger als „unbedenklich" bezeichnet[2]). Er kann hiermit begründet als allgemein angenommen betrachtet und es kann allen Zoologen als bindende Richtlinie empfohlen werden: Kein Zoologe soll — bis auf weiteres — einen derzeit gebräuchlichen Namen aus bloßen Prioritätsgründen ändern. Kein Zoologe soll einen aus solchen Gründen neu geänderten Namen gebrauchen; er soll ihn unter Berufung auf den Kontinuitätsgrundsatz ablehnen.

Zu Antrag 2. — Dieser Antrag behandelt die Frage, wie die durch die Herrschaft des Prioritätsprinzips verursachte Zweinamigkeit zahlreicher Tiere am zweckmäßigsten aus der Welt zu schaffen ist. Neuere Namen, die in die Hauptarbeitsgebiete bereits Eingang gefunden haben und gebräuchlich geworden sind, sollen nicht rückgeändert werden, da eine Rückänderung das Übel nicht beheben, sondern eher verschlimmern würde. Für Namen jedoch, die in die zuständigen Arbeitsgebiete noch nicht allgemeinen Eingang gefunden haben, sollen die alteingelebten, den weitesten Kreisen bekannten Namen beibehalten werden. Als Beispiel möge der Familienname *Tachinidae* gelten, der gegen den in Fachkreisen noch nicht geläufigen Namen *Larvaevoridae* den Vorzug verdient. Es liegt in der Natur der Sache, daß bei solchen Entscheidungen nicht alle Wünsche erfüllt werden können. Die Kommission will hierbei nach bestem Wissen und Gewissen nach den Gesichtspunkten klarer Zweckmäßigkeit vorgehen und erbittet sich hierfür das Vertrauen der Zoologenschaft. Es muß darauf hingewiesen werden, daß an diesen Wirrnissen das Prioritätsprinzip schuldtragend ist, daß eine baldige Lösung gefunden werden und daß kleinlicher Streit um Einzelnamen gegenüber dem großen Zweck der endlichen Beendigung der derzeitigen unhaltbaren Zustände zurückgestellt werden muß.

[1]) **136**, 259—261 (1941).
[2]) Zool. Anz. **139**, 119 (1942).

Um allen Zoologen die Ermittlung der zur Geltung vorgeschlagenen Namen nach Möglichkeit zu erleichtern, sollen — vorläufig nur für die Insekten — für die einzelnen Ordnungen, nötigenfalls für kleinere Gruppen, grundlegende Richtwerke (Handbücher, Monographien, Kataloge) von Fachleuten ausgewählt werden. Die in diesen Werken gebrauchten Namen sollen allgemein beibehalten werden. Da es jedoch möglich ist, daß diese Werke einzelne Namen enthalten, die den oben gekennzeichneten Anforderungen nicht entsprechen, soll den Disziplinen, in denen diese Namen praktisch eine Hauptrolle spielen, Gelegenheit geboten werden, ihre Wünsche vorzubringen. Der Angabe des Richtwerkes wird dann eine — wohl zumeist nur kurze — Liste jener Namen angefügt werden, die abweichend von dem Richtwerk verwendet werden sollen. Hiermit ist dem arbeitenden Zoologen ein einfaches Hilfsmittel an die Hand gegeben, das die Einheitlichkeit der gebrauchten Namen sichert. Es wird getrachtet werden, als Richtwerke nach Möglichkeit Arbeiten zu wählen, die in den Händen der meisten Fachleute und Liebhaber sind, die zumindest in den meisten Fachbibliotheken vorhanden oder doch ohne allzuhohe Kosten beschaffbar sind.

Die Liste der Richtwerke und der Abweichungen davon soll in größerer Auflage gedruckt werden und jedem arbeitenden Zoologen gegen geringes Entgelt (Kostenersatz) zur Verfügung stehen.

Darüber hinaus sollen für gewisse Spezialgebiete der angewandten Richtungen — beispielsweise der land- und forstwirtschaftlichen, medizinischen — Listen der Namen jener Insekten gedruckt werden, die für dieses Spezialgebiet hauptsächlich in Betracht kommen. Auch diese sollen jedermann leicht zugänglich gemacht werden.

Die Kommission glaubt, auf diesem Wege den berechtigten wirklichen Bedürfnissen der arbeitenden Zoologenschaft, auch denen des rein systematisch arbeitenden Zoologen, am besten gerecht zu werden, und bittet die Allgemeinheit um Vertrauen und werktätige Mitarbeit.

Für die Kommission:
Der Geschäftsführer F. Heikertinger

Krankheiten und tierische Schädlinge der Nutzpflanzen Afrikas[1])

Unter diesem Titel gibt H. Morstatt (unter Mitwirkung von Horst Klaus) eine Übersicht über die wichtigsten Schädlinge und Krankheiten der afrikanischen Nutzpflanzen, und zwar nach den verschiedenen Kulturen, wie Faserpflanzen, Öl und Fett liefernden Pflanzen, Genußmittelpflanzen usw., wobei jeweils die Biologie, die Symptome der Beschädigung, die Bekämpfung und das Schrifttum angegeben werden, — eine Darstellung, die zur ersten Orientierung ausgezeichnet geeignet ist.

In der über 10 Seiten langen Einleitung werden allgemeine Bemerkungen über die landwirtschaftlichen Schädlinge und Krankheiten der Tropen, die Art ihres Auftretens, Methoden der Bekämpfung, und endlich auch über die Organisation der Schädlingsbekämpfung bzw. des Pflanzenschutzes in Afrika gemacht. Dieser letztere Abschnitt über Organisation besitzt allgemeineres Interesse, und es dürfte den Lesern sicherlich ein kurzer Überblick darüber willkommen sein.

In Afrika sind, je nach dem Stande der Entwicklung des Pflanzenschutzes, den landwirtschaftlichen Verwaltungen der Territorien oder einzelnen Provinzen Biologen beigegeben, denen die Beratung der Behörde und der Bevölkerung sowie die erste Forschungs- und Versuchsarbeit obliegt. Diese Biologen sind, der verschiedenen Forschungsaufgabe und auch der im praktischen Pflanzenschutz noch weithin geübten Trennung der Disziplinen entsprechend, teils Entomologen, teils Mykologen, und es ist charakteristisch, daß z. B. in den englischen Ländern in Afrika bis zum Weltkrieg fast ausschließlich Entomologen angestellt waren, die auch heute noch bei weitem überwiegen.

[1]) Sonderdruck aus dem Werk „Afrika“ Bd. VIII, S. 553—700 (mit 56 Abbildungen). Berlin, Verlag Walter de Gruyter u. Co., 1942.

Für eingehendere und langfristige Forschungen sind aber besondere Laboratorien an wissenschaftlichen Instituten notwendig. Solche waren vor dem Weltkrieg in den deutschen Kolonien das Biologisch-landwirtschaftliche Institut in Amani in Deutsch-Ostafrika und die Versuchsanstalt für Landeskultur in Victoria in Kamerun. Auf englischer Seite arbeiteten die Wellcome Tropical Research Laboratories in Khartum. die hauptsächlich für medizinische und veterinär-medizinische Forschungen gegründet waren, auch an Fragen der landwirtschaftlichen Entomologie. Aber erst einige Jahre nach dem Krieg entschlossen sich die Engländer, das Institut in Amani als landwirtschaftliches Forschungsinstitut wieder zu eröffnen und auszubauen. Im Gegensatz zu der deutschen Stellung als Landesinstitut ist es unabhängig von der landwirtschaftlichen Verwaltung jetzt Zentralinstitut für langfristige Forschungen in den ostafrikanischen Ländern, ein Zustand, der nur gerechtfertigt erscheint, wenn in den einzelnen Ländern ein für Beratung und örtliche Forschung ausreichender Pflanzenschutzdienst besteht. Im Institut in Khartum, dessen landwirtschaftliche Abteilung sich hauptsächlich mit der Baumwollkultur befaßt, sind jetzt drei landwirtschaftliche Entomologen und drei Pathologen angestellt. Zu erwähnen ist noch, daß nach dem Weltkrieg ein englisches Unterrichts- und Ausbildungsinstitut für Regierungslandwirte in den gesamten Tropenländern in Trinidad errichtet wurde. in dessen Programm auch dem Pflanzenschutz eine wesentliche Rolle zugeteilt ist, während in England selbst zwei große wissenschaftliche Reichsinstitute, das Imperial Institute of Entomology in London (seit 1912) und das Imperial Institute of Mycology in Kew (seit 1921), für die Unterstützung der in den englischen Besitzungen arbeitenden Forscher, vorwiegend des Pflanzenschutzes bestehen. Diese Institute übernehmen die Bestimmung und taxonomische Bearbeitung der ihnen zugehenden Insekten und Pilze und haben durch die Herausgabe umfassender Referierorgane internationale Bedeutung gewonnen. Im ganzen entfallen von etwa 291 Entomologen (1930) im Britischen Reich 60 auf Afrika, die etwa zur Hälfte in der landwirtschaftlichen Entomologie, zur anderen Hälfte in der medizinischen und veterinären, insbesondere der Tsetseforschung tätig sind. Die Zahl der Mykologen im englischen Afrika betrug 18 im Jahre 1928, davon 8 in der Südafrikanischen Union.

In Belgisch-Kongo sind drei Regierungsentomologen für die landwirtschaftliche Beratung angestellt. 1934 wurde dann das Institut National pour l'Etude Agronomique du Congo (I. N, E. A. C.) als wissenschaftliches Forschungsinstitut gegründet. Es ist in vier Abteilungen, darunter eine für Phytopathologie und Entomologie, eingeteilt, die ihren Sitz in Yangambi-Gazi hat und ebenfalls drei Entomologen beschäftigt.

In den französischen Kolonien bestehen außer einigen Versuchsstationen, z. B. Laboratoire de Phytopathologie et d'Entomologie de la Cote d'Ivoire a Bingerville, besonders zahlreiche Versuchspflanzungen und Farmschulen für die Eingeborenen; der Pflanzenschutz hat dabei in der Regel keine besondere Vertretung. Auch in den portugiesischen und italienischen Ländern Afrikas steht die Betreuung des Pflanzenschutzes noch in den Anfängen.

Die laufende Literatur über die Schädlinge und Krankheiten der Kulturpflanzen Afrikas ist weithin zertreut, wie es nicht nur der politischen Besitzverteilung, sondern auch der Stellung des Pflanzenschutzes als eines Teilgebietes der Landwirtschaft entspricht. Daher sind es teils landwirtschaftliche, teils andere wissenschaftliche Zeitschriften in den einzelnen Ländern und in Europa, die über die laufenden Ergebnisse berichten. Auf deutscher Seite berücksichtigt die einzige bestehende tropenlandwirtschaftliche Zeitschrift der „Tropenpflanzer" des Kolonial-Wirtschaftlichen Komitees in Berlin, ausführlich die Belange des Pflanzenschutzes in Afrika. Daneben enthalten die jährlichen Berichte der landwirtschaftlichen Verwaltung in den Ländern regelmäßig auch die Jahresberichte der besonderen Dienststellen für den Pflanzenschutz. Diese Dienststellen geben zugleich, wenigstens in den wichtigsten englischen Besitzungen, Flugschriften für die Praxis über die wichtigsten Pflanzenschutzfragen heraus. Übersichten und mehr oder weniger ausführliche Einzeldarstellungen der an Einzelkulturen

auftretenden Schädlinge sind in den recht zahlreichen Kulturhandbüchern zu finden, von denen allerdings nur ein kleiner Teil die besonderen afrikanischen Verhältnisse behandelt, während die Mehrzahl die Kulturen in ihrer Gesamtverbreitung umfaßt. Eine Zusammenstellnng aller Handbücher über tropische Kulturen und deren Krankheiten und Schädlinge ist kürzlich in den Mitteilungen der Biologischen Reichsanstalt erschienen (Heft 56, 1938).

Bei der weiten Zerstreuung der laufenden Literatur auf zahlreiche Zeitschriften und Berichte aus vielen Ländern und in allen Hauptsprachen besteht ein starkes Bedürfnis nach regelmäßiger zusammenfassender Berichterstattung, die durch die Review of Applied Entomologie und Review of Applied Mycology der oben genannten englischen Zentralinstitute in mustergültiger Weise geleistet wird. Auch die von der Biologischen Reichsanstalt in Berlin-Dahlem herausgegebene jährliche Bibliographie der Pflanzenschutzliteratur verzeichnet die Titel aller einschlägigen Veröffentlichungen; ihre Anzahl beträgt jetzt gegen 200 jährlich für Afrika, davon etwa 40 über Wanderheuschrecken. K. E.

Biologische Bekämpfung der Lärchentriebmotte (*Argyresthia laevigatella* H. S.)

Die Bionomie der Lärchentriebmotte war bis jetzt sehr lückenhaft (siehe ESCHERICH, Forstinsekten Bd. III, 169—171); sowohl bezüglich der Abhängigkeit der Entwicklung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit, wie vor allem bezüglich der biotischen hemmenden Faktoren. Kein einziger natürlicher Feind war bis jetzt präzis genannt. Es ist daher sehr erfreulich, daß dieser nicht unbedeutende Lärchenschädling eingehend von J. KRATOCHVIL[1]) studiert wurde, dem wir auch schöne Untersuchungen über die Ursachen des Absterbens der Terminaltriebe der Lärchen verdanken (siehe diese Zeitschrift **29**, S. 177 ff.). Abgesehen von den Angaben über Eiablage, Larvenentwicklung usw. ist die Arbeit besonders dadurch wertvoll, daß sie uns mit einer ganzen Reihe von natürlichen Feinden bekannt macht, unter denen die Schlupfwespen die wichtigste Rolle spielen. Nicht weniger als 7 Arten hat KRATOCHVIL aus seinen Zuchten erhalten, wovon 1 als Eiparasit, 4 als Raupen- und 2 als Puppenparasiten sich erwiesen haben. Systematisch gehören zwei Arten (***Eriplatys Kratochvili*** n. sp. und ***Epiurus detrita*** Holm.) den echten Schlupfwespen an, eine Art, ***Apanteles triangulator*** Wesm., den Brackwespen (***Braconidae***), 3 Arten (***Eulophinae*** gen. et sp., ***Pteromalinae*** gen. et sp. und ***Pachyneuron*** sp.) den Erzwespen und eine Art den Mimariden. Von allen Arten wird die Bionomie ausführlich angegeben.

Besondere Bedeutung kommt der ***Eulophinen*** sp. zu, die „in ihrer ganzen Lebensweise an die Entwicklung der Lärchentriebmotte so gebunden ist, daß man annehmen kann, es handle sich um einen Parasiten, der nur bei dieser oder vielleicht nur bei einigen wenigen verwandten Arten schmarotzt“. Es ist nicht ausgeschlossen, daß es sich um eine neue Art und wahrscheinlich auch um eine neue Gattung handelt. Sie lebt entoparasitisch in den Raupen, und zwar meist 3—9 Stück in einer Raupe. Da dieser Parasit zahlreich in fast allen untersuchten Lärchenbeständen vorkommt (die Parasitierung beträgt 17—46%), und da er in seiner Entwicklung der Entwicklung des Wirtes so angepaßt ist, daß er vom Vorhandensein von Zwischenwirten unabhängig ist, so hält ihn KRATOCHVIL für geeignet zur Verwendung in der biologischen Bekämpfung. Mit der bisherigen Bekämpfungsmethode, dem Beschneiden und unterschiedslosen Verbrennen der vom Schädling befallenen Triebe wird auch eine Menge seiner Schmarotzer mitzerstört, und so der Forstmann seiner Helfer beraubt. Die mit parasitierten Raupen besetzten Triebe kann man äußerlich dadurch von denen mit nichtparasitierten besetzten unter-

[1]) J. KRATOCHVIL, *Argyresthia laevigatella* H. S. Acta Societatis Socient. Nat. Moravicae, Tomus XV, 1943. 55 S. mit 11 Abb.

scheiden, daß die ersteren ohne eine von der Raupe vorbereitete Flugöffnung sind, während die letzteren eine solche besitzen. Um die Parasiten nutzbar zu machen, sind die Triebe ohne Flugfenster nicht zu verbrennen, sondern an jenen Ort des Reviers zu bringen, wo der Schutz gegen die Lärchentriebmotte am nötigsten ist. Am besten sind diese parasitenhaltigen Triebe in dünnen Schichten an einer trockenen Stelle auseinanderzulegen und vor Regen zu schützen (damit sie nicht schimmeln); hierfür kann man auch gedeckte Futteranlagen für das Wild benützen. Diese Maßnahmen müssen anfangs Mai (etwa 1.—8. Mai) getroffen werden. „Hiermit ist die ganze Schutzarbeit beendet. Schon nach einem Monat, d. h. im Juni, ist aus den verschnittenen Trieben eine große Menge des Schmarotzers ausgebrütet, die in die nächste Umgebung ausfliegen und dort den gefürchteten Lärchenschädling vernichten." Zum Schluß bemerkt Kratochvil, daß er diese biologische Bekämpfungsmethode der Lärchentriebmotte „mit Erfolg in den Jahren 1939—1940 in den Forsten von Gurein und Swinoschitz angewendet habe. In beiden Fällen stellte sich der gewünschte Erfolg schon in den nächsten Jahren ein".

K. Escherich

Personalia

In Memoriam

Julius von Kennel

Eine biographische Skizze

Von K. Escherich

Von Geburt Rheinpfälzer (geb. zu Schwegenheim bei Germersheim 10. Juni 1854) verbrachte Julius von Kennel den größten Teil seines Lebens (über 40 Jahre) in Dorpat, wo er seit 1886 als Ordinarius der Zoologie und Direktor des Zoologischen Institutes und Museums der dortigen Universität wirkte (als Nachfolger des bekannten Parasitologen Braun, der an die Universität Königsberg berufen worden war). Dorpat hatte damals eine deutsche Hochschule, die in ihrer Bedeutung hinter den Hochschulen des Reiches nicht zurückstand. Wenige Jahre später (1890) wurde mit der Gesamtrussifizierung des Baltenlandes auch die Universität russifiziert, die jetzt den Namen „Universität Jurjew“ erhielt. Nur vereinzelte Gelehrte, Reichsdeutsche, erhielten die Genehmigung weiter deutsch zu lehren; unter ihnen befand sich v. Kennel. Der Ausbruch des Weltkrieges unterbrach seine Lehrtätigkeit in Dorpat; unter großen Schwierigkeiten und unter Verlust von Stellung und Vermögen kehrte Dr. v. Kennel nach Deutschland zurück. Während der Besetzung Estlands durch deutsche Truppen im Jahre 1918 berief ihn die deutsche Regierung wieder an die Universität Dorpat zurück; ein Jahr später bestätigte ihn die estländische Regierung als Professor. Obwohl im Januar 1926 emeritiert, wurde ihm noch ein Lehrauftrag über praktische Zoologie und landwirtschaftliche Schädlinge erteilt, dem er bis 1929 nachkam. Dr. v. Kennel kehrte darauf nach Deutschland zurück und ließ sich in Waldtrudering bei München nieder.



Das Institut und Museum in Dorpat war klein, sehr klein. Ersteres bestand aus 2 größeren Räumen, von denen der hintere das Arbeitszimmer des Direktors und des einzigen Assistenten bildete, dazu gleichzeitig die Institutsbibliothek enthielt. Der vordere Raum war das Arbeitszimmer der Praktikanten und wissenschaftlich Arbeitenden. In diesem Raum fanden auch sämtliche Vorlesungen und Anfängerübungen statt. Das Museum bestand aus drei Räumen, zwei größeren für die Aufstellung der Objekte und einem kleineren für den Präparator. Der Etat war höchst bescheiden und genügte kaum, um die wichtigsten Zeitschriften zu halten[1]).

[1]) Diese Angaben und viele der folgenden Einzelheiten sind den „Erinnerungen an Julius v. Kennel“ von Friedrich Eggers entnommen. Diese Erinnerungen bringen

Trotz der räumlichen Beschränkung stand das wissenschaftliche Leben dort den viel besser ausgestatteten Instituten Deutschlands nicht nach. Ist es doch auch nicht die Größe und Ausstattung der Räume eines Instituts, sondern einzig und allein die Persönlichkeit, die für die Auswirkungen auf die Wissenschaft maßgebend ist[1]). Und v. KENNEL war eine Persönlichkeit von besonderem Stoff, nicht ein Durchschnittsmensch, der der gerade herrschenden Schablone sich einpaßte. Sonst hätte er auch nicht Assistent bei CARL SEMPER in Würzburg sein können, den EGGERS mit Recht als „einen unserer besten und eigenständigsten Zoologen damaliger Zeit" bezeichnet[2]). „Der Geist im Dorpater Institut war ein vorbildlich kameradschaftlicher und unter den älteren wissenschaftlich Arbeitenden gab es seinerzeit keinen, der sich aus der bestehenden Gemeinschaft zurückzog" (EGGERS).

v. KENNEL gehörte zu der Generation von hervorragenden Forschern, die um die Idee der Abstammungslehre kämpften und die damit die zoologische Wissenschaft über die engen Fachgrenzen hinaustrugen in den Interessenkreis der ganzen gebildeten Menschheit.

Die bedeutsamsten Arbeiten, durch die v. KENNEL in der wissenschaftlichen Welt sofort einen Namen errang, waren seine Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte von *Peripatus*, jener sonderbaren Tiergattung, die annähernd zwischen Ringelwürmern und Gliederfüßlern steht, also gewissermaßen den Übergang von einer Tierklasse zu einer andern bildet. Seine Untersuchungen führten ihn zu der Auffassung eines diphyletischen Ursprungs der Gliederfüßler, d. h., daß es wohl möglich ist, die Tausendfüßler und damit die Insekten von *Peripatus*-ähnlichen Formen abzuleiten, nicht jedoch die Krebstiere. „Ein besonderes Interesse erheischt v. KENNELS Betonung einer näheren Verwandtschaft der Ringelwürmer und der Wirbeltiere. Beide Tiergruppen sind gegliedert, wobei die Gliederung entwicklungsgeschichtlich in gleicher Weise aus dem Zölom in Form von Ursegmenten hervorgeht, aus denen sich die gleichen Organe, z. B. Geschlechtsorgane und Exkretionsorgane herausbilden. Eine Hauptschwierigkeit — die verschiedene Lage des Zentralnervensystems bei Würmern und Wirbeltieren — versuchte v. KENNEL durch die Annahme zu überwinden, daß ringelwurmähnliche Ascendenten der Wirbeltiere sich um 180° im Raume gedreht hätten, woraus eine Homologie von Bauchmark der Ringelwürmer und Rückenmark der Wirbeltiere, sowie die dorsale Lage der Wirbeltiernieren resultieren würden."

Besonderes Interesse fand v. KENNEL auch an den eigentümlichen Organen, die von der mittleren Körperegion bei Eulenschmetterlingen beschrieben waren und deren physiologische Bedeutung noch nicht geklärt erschien. v. KENNEL vermutete in ihnen Tympanalorgane, was dann sein Schüler FR. EGGERS in vollem Umfang bestätigen konnte. Diese Organe wurden später auch bei einer Reihe anderer Schmetterlinge festgestellt, worüber in einer umfangreichen von v. KENNEL und FR. EGGERS gemeinsam herausgegebenen Arbeit eingehend berichtet wurde.

Neben diesen theoretischen und entwicklungsgeschichtlichen Arbeiten wurden auch systematische und morphologische-deskriptive Untersuchungen durchgeführt, vor allem an Schnurwürmern und Strudelwürmern. Auch ein „Lehrbuch der Zoologie" hatte

vieles, was für die Entwicklungsgeschichte der zoologischen Wissenschaft von besonderem Interesse ist. Sie sind erschienen im Schlußheft (Bd. LXIV. 1942) des „Korrespondenzblattes des Naturforscher-Vereins zu Riga". Der Verein, dessen Ehrenmitglied v. KENNEL war, hat am 7. Nov. 1939 nach fast 100jährigem Bestehen aufgehört zu existieren.

[1]) Siehe K. ESCHERICH, Das „große" und das „kleine" Institut. Anz. f. Schädlkde. **19**, 1943, S. 1—3.

[2]) Auch der Verfasser dieser biographischen Skizze hatte das Glück, als junger Mensch in den Schülerkreis dieses kraftvollen, aufrechten, herrlichen Menschen aufgenommen zu werden, der unbekümmert seine eigenen Wege ging und uns lehrte, dasselbe zu tun.

v. Kennel herausgegeben, in dem die Entwicklung der Tiere besonders eingehend behandelt wurde. Das Werk war vom Autor, der alle Abbildungen eigenhändig gezeichnet hatte, in allen Einzelheiten durchgearbeitet, durchdacht und zu einer festen Einheit gestaltet. „Wenn es in der wissenschaftlichen Welt nicht jenen Anklang fand, den der Autor erwartete, so wesentlich deswegen, weil das ihm zugrunde gelegte, aus seinen phylogenetischen Anschauungen hervorgegangene System nicht den herrschenden Anschauungen entsprach." Es kam hier die Neigung v. Kennels zum Ausdruck, weit verbreitete Anschauungen nicht ohne weiteres gelten zu lassen. „Man kann den Eindruck gewinnen", meint Eggers, „daß diese Neigung zur Opposition bei der Behandlung theoretischer Fragen überhaupt kennzeichnend für die Sempersche Schule war".

Als Lehrer muß v. Kennel eine große Wirkung ausgeübt haben. Sein Schüler Eggers schreibt hierüber: „Wer einer Vorlesung v. Kennels beiwohnte, wunderte sich nicht, wie gut sie besucht war, auch von Studenten, die sonst selten in Vorlesungen zu sehen waren. Der kristallklare Vortrag und die mit hervorragender Geschicklichkeit durchgeführten Kreidezeichnungen an der Wandtafel gestalteten die Vorlesung zu einem ästhetischen Genuß. Besonders ließ es sich v. Kennel angelegen sein, die Entwicklungsgeschichte der Tiere mit Hilfe farbiger Kreiden vor den Augen der Hörer so zu ‚entwickeln', daß sie als lebendiges Geschehen verstanden wurde. Kein Wunder, daß auch nach der Errichtung eines zweiten rein russischen zoologischen Institutes viele russische Studenten, die kaum deutsch verstanden, seine Vorlesung besuchten und sich dann auch zum Physikum bei ihm meldeten."

Den Abschluß der wissenschaftlichen Arbeiten bildet sein monumentales Werk über die Wickler, „Die paläarktischen Tortriciden". Wenn diese Wendung im Forscherleben v. Kennels vielleicht manchen Fachkollegen überrascht haben wird, so ist sie für uns Entomologen nicht nur erfreulich, sondern auch recht gut verständlich. v. Kennels offenes Auge hat auf seinen Exkursionen gelegentlich Beobachtungen an Wicklern gemacht, die ihn nicht nur biologisch interessierten, sondern deren Schönheit auch seine künstlerische Seite erregt haben. So begann er in die prächtigen Farben- und Zeichnungsmuster der kleinen Schmetterlinge sich zu vertiefen und dann dieselben auch malerisch wiederzugeben. Hierzu kam, daß er von seinen früheren Arbeiten her den hohen Reiz der Systematik kannte. Daraus ergab sich der Wunsch, diese artenreiche Gruppe, die so viel Kunstgenuß bot, zusammenhängend monographisch zu bearbeiten. In jahrelanger Arbeit entstand das gewaltige Werk von 740 Seiten, mit 24 Farbtafeln in Quartformat. Ich kann mir wohl denken, daß ihm diese Arbeit eine ganz große innere Befriedigung war, da beide Seiten seiner Seele, der Künstler und der Forscher, in ihr glücklich zusammenwirken konnten. Ein beruhigender und beglückender Abschluß eines an kämpferischer Forschertätigkeit reichen Lebens — ein Abschluß, wie er für den Menschen v. Kennel nicht passender sein konnte.

Nicht oft habe ich Gelegenheit gehabt mit v. Kennel persönlich zusammen zu sein, aber jedesmal hatte ich bleibende Eindrücke von ihm erhalten, jedesmal fühlte ich ein starkes Fluidum von ihm auf mich übergehen, und mich menschlich und wissenschaftlich bereichert durch ihn. Kennen lernte ich ihn im Jahre 1901 auf dem Berliner Internationalen Zoologen-Kongreß, wo er mich und meine junge Frau während der ganzen Dauer in der anregendsten und heitersten Weise betreute, sodann besuchte ich ihn während des Weltkrieges in seiner Heimat in der Pfalz, wo er krank darniederlag. Und dann endlich kamen wir wieder in München zusammen, wo er sich in einem Vorort ein sonniges Heim schuf. Eines Tages trat er in mein Institut und erzählte mir mit heiterster Miene von seinem Geschick, das nicht gerade beneidenswert war. Ich hatte bei seinem Besuch gerade die von einem jungen Maler gefertigten ersten Tortriciden-Abbildungen für den III. Band der Forstinsekten Mitteleuropas vor mir liegen, die mich nicht befriedigten. Er teilte mein Urteil darüber und erklärte sich sofort bereit, die Ausführungen der Tafeln für sämtliche Kleinschmetterlinge zu übernehmen. Wir beide waren sehr erfreut über diesen merkwürdigen Zufall: mir ward unerwartet in letzter

Stunde — das Manuskript lag bereits fertig vor — ein seltener Meister gesandt und v. KENNEL fand unerwartet seinen Wunsch nach einer ihn befriedigenden Beschäftigung erfüllt. In welch feiner Weise er die Aufgabe durchgeführt hat, kann jeder Benutzer des III. Bandes selbst feststellen. Damit hat sich v. KENNEL auch in der angewandten Entomologie ein bleibendes Denkmal gesetzt.

Ich schließe die Skizze mit den Worten von FR. EGGERS: „v. KENNEL war ein ruhiger, von Leidenschaften freier Mensch, der in gelassener Weisheit die natürliche Welt so nahm, wie sie sich ihm darbot. Er war kein Grübler und suchte nicht viel hinter den Erscheinungen. Er wußte das Schöne, das ihm das Leben bot, zu würdigen und war doch durch angeborene Gesinnung und Gesittung über jeden Materialismus erhaben. Ein so harmonisches Leben hatte ein Anrecht, lange zu währen. Nach kurzer Krankheit, gepflegt von seiner Tochter, starb er in München am 24. Januar 1939."

Dr. FRANZ RUSCHKA

Nachruf

Von Dr. JOSEPH FAHRINGER in Wien

Am 10. Mai 1942 ist in Wien Herr Dr. FRANZ RUSCHKA aus dem Leben geschieden. Dr. RUSCHKA, der sich schon vor einiger Zeit infolge von Arbeitsüberbürdung aus dem wissenschaftlichen Leben zurückziehen mußte, gehörte zu den besten Kennern der Parasiten land- und forstwirtschaftlicher Schädlinge, besonders von Borkenkäfern und verschiedenen Schmetterlingen. Insbesondere waren es die Chalcididen, die er sich zu seinem Spezialstudium gewählt hatte. Seine Absichten und Pläne hinsichtlich weiterer wissenschaftlicher Tätigkeit sind durch seinen frühen Tod für immer begraben worden. Dr. FANZ RUSCHKA wurde am 8. November 1882 in Wien geboren. Nach Vollendung der Mittelschule, 1900, studierte er, wohl dem Wunsche seines Vaters, der Hauptkassierer der Assicurazioni Generali war, folgend, Rechtswissenschaft, obwohl er sich schon damals sehr für Naturwissenschaften interessierte. Insbesondere war es Dr. GUSTAV MAYR, der bekannte Formicidenund Chalcididenforscher, der ihn ganz besonders für die so schwierige Hymenopterengruppe der Chalcididen anzuregen wußte. Eine Reihe überaus wertvoller Arbeiten, für die ihm vor allem die Vertreter der angewandten Entomologie dankbar sind, entstand auf diese Weise und brachte ihn mit den hervorragendsten Gelehrten verschiedener Länder in regen Verkehr und Schriftenaustausch, z. B.: BÖRNER, BIRO, ENDERLEIN, ENSLIN, ESCHERICH, HANDLIRSCH, MASI, MERZET, SEITNER, SILVESTRI, SCHMIEDEKNECHT u. a., abgesehen von seinen Wiener Freunden und Fachkameraden FAHRINGER, FULMEK, MAIDL, WAHL und MIESTINGER. Berufliche Überlastung, er war in seinem Hauptberufe Notar, sowie ein schwerer Unfall, von dem er sich nie mehr so ganz wieder erholte, zwang ihn, seinem Lieblingsstudium zu entsagen und nur mehr seinem Berufe und seiner Familie



zu leben. Er lebte mit seiner Frau Helene in glücklichster Ehe, aus der 2 Kinder hervorgingen, sein Sohn gleichen Namens, der zu seinem tiefsten Schmerze den Heldentod auf den Schlachtfeldern Rußlands vor etwa einem Jahr fand, so daß ihm nur die Tochter blieb, die mit Dr. Bruno Walter vermählt ist. Dr. FRANZ RUSCHKA war als Gelehrter und Mensch gleich originell, ein glänzender Forscher und Fachmann, ein reiner und lauterer Charakter, dessen frühen Tod alle, die ihn kannten, aufs tiefste beklagen müssen. Möge ihm die Erde leicht sein!

Im Nachstehenden die Aufzählung seiner bedeutsamsten Arbeiten:

Publikationen des FRANZ RUSCHKA:

1. Über erzogene Chalcididen aus der Sammlung der k. k. landwirtschaftlich-bakteriologischen und Pflanzenschutzstation in Wien. Verhandlungen Zool.-Botan. Gesellschaft. Wien 1912.
2. RUSCHKA u. THIENEMANN, Zur Kenntnis der Wasser-Hymenopteren. Zeitschr. f. wiss. Ins. Biol. IX/2, 3. 1913.
3. RUSCHKA u. FULMEK, Verzeichnis der an der k. k. Pflanzenschutz-Station in Wien erzogenen parasitischen Hymenopteren. Zeitschr. f. angew. Entomologie II/2. 1915.
4. Beiträge zur Kenntnis einiger Encyrtidengattungen (*Hym. Chalcid.*). Zool.-Botan. Gesellschaft Bd. 72. Wien 1920.
5. Zur Morphologie und Systematik des Kornkäfer-Chalcidiers (*Lariophagus distinguendus* Först.). Zeitschr. f. angew. Entomologie VII/2, 1921.
6. Neue und wenig bekannte Chalcididen aus der Wachtlschen Sammlung. Zentralbl. f. d. ges. Forstwesen Jg. 47. Wien 1921.
7. Chalcididenstudien. I. Teil. Verhandl. Zool.-Botan. Ges. 1921.
8. Eine neue merkwürdige Braconidengattung. Archiv f. Naturgesch. 88. Jg., Abt. A, Heft 5. 1922.
9. Chalcididenstudien. III. Teil. Konowia Bd. I, Heft 4/5, 1922.
10. Die europäischen Arten der mit *Monodontomerus* Westw. verwandten Gattungen (Chalcididenstudien IV. Teil). Zeitschr. f. angew. Entomologie Bd. IX, Heft 2. 1923.
11. Kleine Beiträge zur Kenntnis der forstlichen Chalcididen und Proctotrupiden von Schweden. Upsala 1924.
12. Die europäisch-mediterranen *Eucharidinae* und *Perilampinae* (*Hym. Chalc.*). Deutsche Entomol. Zeitschrift 1924.
13. *Chalcididae.* Wissenschaftliche Ergebnisse der mit Unterstützung der Akademie der Wissenschaften Wien aus der Erbschaft TREITL von F. WERNER unternommenen zoologischen Expedition nach dem Anglo-ägyptischen Sudan (Kordofan) 1914. Denkschrift d. Akad. d. Wiss. Wien, mathem.-naturw. Klasse 99. Bd., 1924.
14. Chalcididenstudien. II. Teil. Die europäischen Arten der Gattung *Smicra* Spin. Zeitschrift f. wiss. Ins. Biol. Beilage Neue Beiträge zur System. Insektenkunde Bd. I, 1920.
15. Beitrag zur Kenntnis der forstlichen Braconiden. Zeitschr. f. angew. Entomologie 1925.
16. Hymenopteren-Parasiten istrianischer Borkenkäfer. Anhang zu WICHMANN: Borkenkäfer Istriens. Entom. Blätter Heft 1—3, 1916.
17. Parasiten und Räuberin SEITNER: Beobachtungen und Erfahrungen aus dem Auftreten des 8zähnigen Fichtenborkenkäfers *Ips typographus* L., mit 2 Neubeschreibungen von Chalcididen. Zentralbl. f. d. ges. Forstwesen Heft 1—3, 1924.

Dem Andenken zweier Mitarbeiter des Münchener Institutes für angewandte Zoologie

Von K. Escherich

I.

Dozent Dr. phil. habil. Christoph Hofmann ✠

Am 21. Juli 1942 starb Dr. phil. habil. Christoph Hofmann, Dozent an der Universität München, im Alter von 35 Jahren den Heldentod bei Woronesch. Damit wurde in den akademischen Nachwuchs unserer jungen Wissenschaft eine große Lücke gerissen. Schon als Volksschüler und Gymnasiast war Hofmann leidenschaftlicher Schmetterlingssammler, und wenn wir auf gemeinsamen Exkursionen in seiner fränkischen Heimat auf die charakteristischen Jurawiesen mit den allenthalben herausragenden kahlen grauen Felsenkuppen kamen, da schlug sein Herz höher; er schwelgte in Erinnerungen an ehemalige Schmetterlingsjagden, denen er mit Vorliebe in solchen Gegenden oblag, und erzählte dann ausführlich von seinen Fängen von Apollo- und Colias-Faltern und Funden von Wolfsmilchschwärmerraupen usw. Jeder Pfennig Taschengeld wurde gespart, um Netze, Spannbretter, Kästen anzuschaffen, Bücher zu kaufen usw.



Als die Frage der Berufswahl auftauchte, wünschten seine Eltern, daß er Mediziner werde; er jedoch setzte es durch, daß er sich ganz dem Studium der Zoologie widmen durfte. Nach einigen Semestern in Erlangen ging er ein Semester nach Berlin, wo er sich bei Dr. Horn nach besonders geeigneten Stätten zur Ausbildung in Entomologie erkundigte. Dieser verwies ihn an das Münchener Institut. So wurde er 1929 in den Kreis meiner Schüler aufgenommen. Mit einem ungeheuren Eifer und größter Begeisterung griff er die zahlreichen Probleme auf, die sich im Institut stets ergaben. Bald zeigte sich eine besondere Begabung für experimentelle Forschung, und so stellte ich ihm als erste selbständige Arbeit die Aufgabe, die Wirkung der verschiedenen Formen des Hungers auf die Entwicklung der Insekten zu studieren. Die Ergebnisse dieser mit großem Geschick durchgeführten Untersuchungen legte er in einer umfangreicheren Arbeit nieder, die als Doktor-Disseratation Verwendung fand.

Darauf ging er als Lehrer der Naturwissenschaften an das Landeserziehungsheim Marquartstein (Oberbayern), wo er bald einer der beliebtesten wurde. Wie sehr seine Schüler von ihm schwärmten, zeigten die vielen Besuche, die er später, als er wieder in München war, von ihnen bekam, und auch die ausgedehnte Korrespondenz, die er mit ihnen unterhielt.

Im Jahre 1936, nach der Berufung Zwölfers als Ordinarius nach Freiburg/Br., kehrte er wieder nach München zurück, um die nun frei gewordene Assistentenstelle am Münchener Institut zu übernehmen. Drei Jahre später erwarb er die Dozentur für angewandte Entomologie und Forstzoologie an der Universität München auf Grund einer größeren Arbeit über die Biologie und Ökologie der Weißtannenlaus *Dreyfusia nüsslini*.

Als nun im Jahre 1939 Zwölfer als mein Nachfolger nach München berufen ward, wurde Hofmann mit der Vertretung der Forstzoologischen Lehrstuhls in Freiburg betraut, bis die militärische Einberufung seiner dortigen Tätigkeit ein Ende bereitete. Da Zwölfer (und auch dessen von Freiburg mitgebrachter Assistent) bald ebenfalls zum Heer einberufen wurde, so mußte ich nun wieder die Leitung des Münchener Institutes und auch die Vorlesungen übernehmen. Im Hinblick darauf, daß ich ohne jede Hilfe war[1]), gelang es, Hofmann vom Militär freizubekommen und so konnte er mir wieder längere Zeit zur Seite stehen. Im Januar 1942 konnte jedoch die Beurlaubung nicht mehr länger aufrecht erhalten werden. Er kam nach Rußland an die Ostfront, von wo er nicht mehr zurückkehrte.

Seit der Übernahme der Assistentenstelle am Münchener Institut (1936) widmete sich Hofmann hauptsächlich dem Studium der Pflanzenläuse, vor allem der Chermesiden, wobei er sich in erstaunlich kurzer Zeit in das schwierige Gebiet eingearbeitet hatte. Er bewies dabei sowohl bezüglich der Anordnung experimenteller Methoden als auch bezüglich fortlaufender Beobachtungen im Walde hervorragende Fähigkeiten, seine Arbeiten darüber zeichnen sich durch Exaktheit und Klarheit der Fragestellung aus. Die Ergebnisse, die in verschiedenen Zeitschriften niedergelegt sind, bedeuten, wie auch von Fachkreisen anerkannt wurde, eine wesentliche Bereicherung unseres Wissens, besonders über die so verhängnisvolle Weißtannenlaus. Und wenn einige seiner Angaben sich später als nicht mehr ganz zutreffend erwiesen haben (wie die Höhengrenze des Schädlingsauftretens), so ist dies nach Annahme berufener Forscher wohl auf eine bisher noch nicht beobachtete heftige Steigerung der Virulenz der Weißtannenlaus während der letzten Jahre zurückzuführen. Eine größere Arbeit über die Douglasien-Wollaus *Gilletteella cooleyi* ist leider unvollendet geblieben. Ebenso eine umfangreiche Monographie der mitteleuropäischen Chermesiden, zu der schon ein reiches Material, besonders an Originalabbildungen, zusammengebracht worden war. Auch auf dem Gebiet der chemischen Bekämpfung war Hofmann erfolgreich tätig, vor allem durch Untersuchungen über die Wirkung neuer Kontaktgifte, auf die er große Hoffnungen gesetzt hatte, und denen auch wohl noch eine Zukunft beschieden sein wird.

Persönlich war Hofmann ein durchaus ehrlicher, offener, aufrechter Mann; er vertrat seine Meinung auch da, wo es recht unbequem für ihn werden konnte. Unbedingte Treue gegen sich selbst und andere zeichneten ihn ebenso aus wie eine große Entzündbarkeit und Begeisterungsfähigkeit, mit der er seine Umgebung, besonders seine Schüler, mitzureißen vermochte[2]).

So bedeutet der Heltentod Christoph Hofmanns einen schweren Verlust für die angewandte Entomologie, in der er sowohl als Forscher als auch als Lehrer sicherlich noch Ausgezeichnetes geleistet hätte. Das Münchener Institut für angewandte Zoologie betrauert in ihm einen vorbildlichen Mitarbeiter, der bei allen Mitgliedern in gleicher Weise beliebt und geschätzt war und dessen gleichmäßig heiteres Wesen überall, wo er war, auf seine Umgebung sich ausbreitete. Ich selbst verliere einen treuen jungen Freund, der jederzeit hilfsbereit mir zur Seite stand und durch seinen frischen Optimismus mir viel gegeben hat. In der Geschichte des Münchener Institutes wird Christoph Hofmann stets in lieber, dankbarer Erinnerung bleiben und einen ehrenvollen Platz einnehmen.

---

[1]) Der ausgezeichnete Präparator Hans Schneider war schon längere Zeit beim Heer (ist ebenfalls gefallen, siehe unten).

[2]) Auf einer Studienreise nach Dänemark, die ich in seiner Begleitung im Jahre 1938 machen konnte und die unter dem Zeichen der großen Gastfreundschaft von Herrn und Frau Prof. Dr. Matthias Thomsen-Kopenhagen stand, traten diese menschlichen Eigenschaften Hofmanns besonders eindrucksvoll in Erscheinung. Alles Neue nahm ihn voll in Anspruch und erfüllte ihn mit glühendem Interesse, dabei war er während der ganzen Reise in aufopfernder Weise für mein Wohlergehen besorgt, so daß ich mir keinen angenehmeren Reisebegleiter wünschen konnte.

Verzeichnis der wissenschaftlichen Arbeiten von Dr. Christoph Hofmann

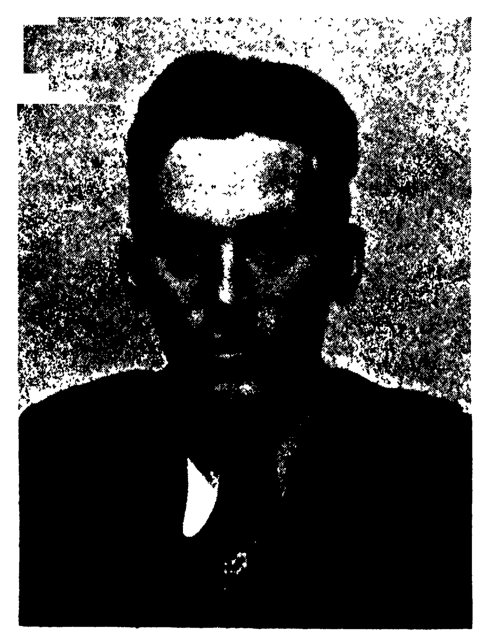
1. Der Einfluß von Hunger und engem Lebensraum auf das Wachstum und die Fortpflanzung der Lepidopteren. Zeitschr. f. angew. Entomol. Bd. 20, S. 51—84, 1934.
2. Wie wirkt enger Lebensraum auf Wachstum und Fortpflanzung? „Die Umschau" XXXVII. Jg., S. 702/703, 1933.
3. Eine Waldstation für Tannenlausstudien. Anz. f. Schädlkde. XI. Jahrg., S. 129/130, 1935.
4. Wanzenschäden an Getreide. II. Teil. Zur Biologie und Ökologie der Getreidewanzen. Prakt. Blätter f. Pflanzenbau u. -schutz XIV. Jg., S. 262—265, 1936.
5. Die Unterscheidung der stammrindenbewohnenden Weißtannenläuse *Dreyfusia nüsslini* C. B. und *Dreyfusia piceae* Ratz. auf Grund der Wachsausscheidungen. Forstwiss. Centralbl. 59. Jg., S. 163—169, 1937.
6. Bibionidenlarven als Verzehrer abgestorbenen Laubes. Ebenda S. 227—229.
7. Die Bekämpfung der Weißtannenlaus *Dreyfusia nüsslini* C. B. Zeitschr. f. angew. Entomol. Bd. 24, S. 161—180, 1937.
8. Tannenlaus und Tannensterben. Forstw. Centralbl. 59. Jg., S. 469—487, 1937.
9. Zur makroskopischen Unterscheidung der beiden Weißtannenläuse *Dreyfusia nüsslini* C. B. und *Dreyfusia piceae* Ratz. Anz. f. Schädlingskde. XIII. Jg., S. 93—96, 1937.
10. Nonnenfalterkontrolle auf biologischer Grundlage. Forstw. Centralbl. 59. Jg., S. 549 bis 551, 1937.
11. Zur Klärung der Generationsverhältnisse der Fichtengallenlaus *Sacchiphantes* (*Chermes*) *abietis* L. Zeitschr. f. angew. Entomol. Bd. 25, S. 525—528, 1938.
12. *Cassida vittata* Villers (glanzstreifiger Schildkäfer) als Rübenschädling in Bayern. Zeitschr. f. angew. Entomol. Bd. 24, S. 647/648, 1938.
13. Die mehlige Pflaumenblattlaus *Hyalopterus arundinis* Fabr. im schweizerischen Mittelland. Zeitschr. f. angew. Entomol. Bd. 24, S. 648—651, 1938.
14. Freilandstudien über Auftreten, Bionomie, Ökologie und Epidemiologie der Weißtannenlaus *Dreyfusia (Chermes) nüsslini* C. B. Zeitschr. f. angew. Entomol. Bd. 25, S. 1—56, 1938/39.
15. Die Weißtannenlaus — eine Gefahr für unsere Tannenbestände. „Die Umschau" 42. Jg., S. 417—419, 1938.
16. Der heutige Stand der Bekämpfung und Abwehr der Weißtannenlaus *Dreyfusia nüsslini* C. B. Anz. f. Schädlingskde. XIV. Jg., S. 88—91, 1938.
17. Versuche mit einem neuen Kontaktgift gegen Forstschädlinge. Zeitschr. f. angew. Entomol. Bd. 25, S. 381—396, 1938/39.
18. Versuche mit einem neuen Berührungsstäubemittel zur Bekämpfung von Nonne und Kiefernspanner. Forstw. Centralbl. 60. Jg., S. 757—769, 1938.
19. Untersuchungen über die Weißtannenlaus *Dreyfusia (Chermes) nüsslini* C. B. Forstw. Centralbl. 61. Jg., S. 137—153, 161—176, 211—221, 1939.
20. Zur Frage der biologischen Maikäferbekämpfung — ein Vorschlag. Der Deutsche Forstwirt Bd. 21, S. 220/221, 1939.
21. Die neuzeitliche Bekämpfung forstlicher Großschädlinge mit besonderer Berücksichtigung von Nonne *(Lymantria monacha)* und Kiefernspanner *(Bupalus piniarius* L.). Nachr. üb. Schädlingsbek. 14. Jg., S. 1—43, 1939.
22. Zum Auftreten der Douglasienwollaus in Deutschland. Der Deutsche Forstwirt Bd. 21, S. 752/753, 1939.
23. Die Generationsverhältnisse der Fichtengallaus *Sacchiphantes* (*Chermes*) *abietis* L. Forstw. Centralbl. 61. Jg., S. 154—160, 1939.
24. Freilandversuche mit einem neuen Berührungsgift gegen die Nonne *(Lymantria monacha* L.). Forstw. Centralblatt 61. Jg., S. 605—616, 1939. (Zusammen mit K. Dauberschmidt.)

Ein neues Kontaktstäubemittel („Nemotan„) gegen Nonne und Kiefernspanner. Forstarchiv 16. Jg., S. 8—11, 1940.
25. Die Bekämpfung des Kiefernspanners (*Bupalus piniarius* L.) mit dem Kontaktstäubemittel „Nemotan". Anz. f. Schädlingskde. 16. Jg., S. 3—5, 1940.
26. Bemerkungen zu dem Aufsatz „Über die Wirkung von Dinitroorthokresolen auf Fische" von H. W. NOLTE. Anz. f. Schädlingskde. 16. Jg., S. 58/59, 1940.
27. Beiträge zur Bionomie des veilgrauen Kiefernspanners *Semiothisa liturata* Cl. Zeitschr. f. angew. Entomol. Bd. 28, S. 324—334, 1941.
28. Kampf um eine angewandte Wissenschaft. Zum 70. Geburtstag von KARL ESCHERICH. Der Biologe 10. Jg., S. 414—416, 1941.

II.

Oberpräparator HANS SCHNEIDER ✠

Kaum 8 Monate nach Dr. CHRISTOPH HOFMANN ist am 10. März auch Oberpräparator HANS SCHNEIDER im Osten gefallen. Ein neuer schwerer Schlag für das Münchener Institut. Er war nur 6 Jahre bei uns, ist aber während dieser verhältnismäßig kurzen Zeit völlig verwachsen mit unseren Arbeiten und unseren Interessnen. Auch menschlich ist er den Mitarbeitern des Institutes durch sein bescheidenes, liebenswürdiges und stets hilfsbereites Wesen so nah gekommen, daß uns eine wahre aufrichtige Freundschaft mit ihm verband. Seine besondere Begabung lag auf dem Gebiet der Photographie, und sein ganzes Streben ging dahin, sich immer mehr darin zu vervollkommnen. An alle Aufgaben, die ihm in unserem überaus mannigfaltigen Betrieb gestellt wurden, sei es in bezug auf Mikrophotographie, Farben- oder Kinoaufnahmen, ging er mit Feuereifer heran und ruhte nicht eher als bis er Höchstleistungen aufweisen konnte. Ich verweise z. B. besonders auf die ausgezeichneten Aufnahmen der verschiedenen *Megastigmus*-Arten im V. Band meiner Forstinsekten und auch auf die übrigen in die Hunderte gehenden Originalabbildungen im gleichen Band, die nach den Aufnahmen H. SCHNEIDERS hergestellt wurden. In allen seinen Bildern offenbarte sich ein durchaus künstlerisches und feinsinniges Wesen. Er hätte zweifellos noch Hervorragendes und Vorbildliches auf dem Gebiet der Insektenphotographie geleistet, wäre es ihm vergönnt gewesen, seine Arbeit wieder aufzunehmen.



Über den Lebenslauf H. SCHNEIDERS wurden mir von seiner Familie einige Angaben zur Verfügung gestellt, die hier wiedergegeben seien: „HANS SCHNEIDER wurde geboren am 1. Februar 1907 in Nürnberg. Er besuchte die Volksschule in Nürnberg und lernte im Anschluß daran das Schreinerhandwerk. Er hatte schon in frühester Jugend das Bestreben, sich in jeder Weise, die sich ihm bot, zu vervollständigen und besuchte während dieser Zeit Abendkurse an der dortigen Kunstschule. Bis 1932 übte er sein Handwerk aus. Den damaligen Niedergang unserer Wirtschaft, der auch für ihn, wie für viele andere, lange Arbeitslosigkeit brachte, nützte er auf seine Weise aus und ging auf etwa 6 Monate zu Prof. Dr. ENOCH ZANDER in die

staatliche Bienenanstalt in Erlangen als Praktikant. Er beschäftigte sich mit dem Gedanken, sich ganz der Imkerei zu widmen, falls er in seinem Beruf durch die wirtschaftliche Not nicht vorwärts kommen sollte. Er hing auch in der Folgezeit an seinen Bienen mit einer geradezu väterlichen Liebe. Durch die Vermittlung von Prof. Zander kam er dann 1934 an das Zoologische Institut in München (zu Prof. v. Frisch), von wo er (nach dem Tode des langjährigen Präparators W. Seiff) im Jahre 1937 an das Institut für angewandte Zoologie der Forstlichen Forschungsanstalt München übernommen wurde."

„Er war von jeher ein begeisterter Naturfreund und interessierte sich stark für Botanik und auch sonst für alles Naturhafte. Dies äußerte sich schon an seiner Freude an Wanderungen und zahlreichen Bergfahrten, die auch der Grund zu seinem Photosport war. Unzählige Photos von seinen Fahrten, die er stets in Gemeinschaft mit seiner Frau machte, an der er mit zärtlicher Liebe hing, zeugen von seinem guten Geschmack und künstlerischen Erleben."

Soweit der Bericht. Aus ihm geht klar hervor, daß die hohen Leistungen, von denen ich oben sprach, der Ausfluß einer durch die ihm so sehr zusagenden Bedingungen unseres Institutes glücklich geförderten Weiterentwicklung einer starken künstlerischen und feinsinnigen Natur sind.

Unser Institut verliert durch den Tod H. Schneiders eine wertvolle Kraft, die schwer, ja kaum voll zu ersetzen sein wird. Wir werden unsern Hans Schneider nie vergessen, und seine zahlreichen photographischen Aufnahmen werden auch späteren Generationen des Institutes seinen Namen immer wieder ins Gedächtnis rufen.

Dr. rer. nat. Hans Mors ✠

Ein Nachruf

Von Forstmeister Dr. Gustav Wellenstein, Breitenheide, Ostpr.

Am 18. Dezember 1941 fiel als Leutnant an der Spitze seines Zuges in den schweren Abwehrkämpfen südwestlich von Moskau der langjährige Mitarbeiter der Forstschutzstelle Ost, Dr. Hans Mors. Mit ihm ist einer jener hellen wahrhaftigen Menschen den großen Weg der deutschen Pflicht gegangen, die durch ihr mustergültiges Leben, ihre vorbildliche Haltung, ihre sittlich reine und klare Auffassung weit über dem Alltag stehen.



Als ältester Sohn einer kinderreichen Brauerfamilie in Memmingen (Allgäu) geboren und in der kleinen Welt eines mittelschwäbischen Dorfes aufgewachsen, hat er schon in jungen Jahren über seine Lehrlingsausbildung hinaus durch Selbstunterricht und Fernkurse sein Wissen geschult und seinen Blick geweitet. Als Geselle des Elektrotechnikerberufes begab er sich in den Jahren 1931 und 1932 auf die Wanderschaft, arbeitete in der Schweiz und erlebte in einer großen Stadt Norddeutschlands die drückende Last der Arbeitslosigkeit. Doch auch in dieser Lage baute er an seinem Lebensziele, besuchte Volkshochschulen, lernte unermüdlich und verdiente sich oft durch schwerste körperliche Arbeit sein Brot. Er trat dann auch als einer der ersten in den freiwilligen Arbeitsdienst ein.

Unter den vielen Arbeitsmännern, die im Frühjahr 1933 bei der Forleulenbekämpfung in Pommern mitwirkten, fiel Hans Mors durch sein kluges und interessiertes Wesen dem Verfasser auf. Er wurde deshalb bei den schwierigen Freilandversuchen über die Biologie der *Trichogramma*-Zehrwespen als Helfer eingesetzt, wobei er sich erstaunlich aufgeweckt, geschickt und zuverlässig zeigte und in wenigen Wochen in das ihm völlig neuartige Gebiet einarbeitete.

Als der Verfasser im Frühjahr 1934 den Auftrag erhielt, in dem bekannten Jagd- und Naturschutzgebiet der Rominter Heide die gefährliche Massenvermehrung der Nonne biologisch zu erforschen und zu bekämpfen, rief er als einen der ersten Mitarbeiter seinen jungen Helfer aus dem Vorjahr zu sich. In der ebenso zielstrebigen wie fröhlichen Arbeitsgemeinschaft junger Forstleute und Naturwissenschaftler fand Mors seine weitere Formung und ging eifrig, doch stets voller Selbstkritik und Bescheidenheit seinen seltenen Weg:

1934 unterstützte er den Verfasser bei den Arbeiten auf der Hauptversuchsfläche im Wald, 1935 leitete er die wichtigste Freilandstation selbständig, im Winter wurde er mit der Abfassung der Prognoseschrift beauftragt, die für die Großbekämpfung im Sommer 1936 grundlegend war, und 1936 zum Leiter der biologischen Abteilung der Waldstation bestellt. Während der Wintermonate vorübergehend am Forstzoologischen Institut zu Hann.-Münden tätig, siedelte Mors 1937 von Rominten nach Breitenheide über. Auch hier war er wieder der erste Mitarbeiter der neuen Forstschutzstelle Ost; er half bei der Auswertung des umfangreichen mehrjährigen Beobachtungsmaterials der inzwischen aufgelösten Waldstation Rominten und schrieb seine erste kurze, aber bemerkenswert kritische Abhandlung (1). Nach Ablegung des Begabtenabitur ging er anschließend als Student nach Königsberg/Pr. Hier fand er in den Professoren Dr. Köhler (Zoologie) und Dr. Mothes (Botanik) Lehrer, die seine besondere Begabung schnell erkannten und nach Kräften förderten. 1939 vertauschte er Königsberg mit Freiburg und zeitweise auch München, wo er unter dem Einfluß von Geheimrat Escherich und Professor Zwölfer sein entomologisches Wissen vervollständigte. Auch hier schätzten seine Lehrer den frischen von seiner Aufgabe begeisterten Studenten und sagten ihm eine große Zukunft voraus.

Als Sohn der Berge, denen sein ganzes Herz gehörte und erfolgreicher Sportsmann diente er ein Jahr freiwillig bei den Füssener Gebirgsjägern, dann rief ihn der Krieg von dem Abschluß seiner Studien weg ins Feld. Als Angehöriger einer Vorausabteilung erwarb er sich schon nach wenigen Monaten die beiden eisernen Kreuze. Einen längeren Aufenthalt im Lazarett benutzte Hans Mors zur Korrektur seiner drei großen Arbeiten über die Entwicklung und die Epidemiologie der Nonne (2—4). Er fuhr dann, noch nicht ausgeheilt, auf eigene Faust seiner Truppe weit ins Feindesland nach, um wieder seinen Zug zu übernehmen, bei dem er, obwohl zweimal verwundet, bis zu seinem Ende blieb. Selbst die Möglichkeit, anfangs Dezember zur Ablegung seines Doktorexamens beurlaubt zu werden, schlug er aus, weil es für ihn in dem schwersten Schicksalswinter des deutschen Volkes nur das Gesetz soldatischer Pflichterfüllung und treuer Waffenkameradschaft gab.

Doch sein junges, hoffnungsvolles Leben, von dem noch so viel erwartet werden durfte, blieb vor dem Feind und in den Reihen des wissenschaftlichen Nachwuchses klafft eine Lücke, die schwer zu schließen ist[1]). Was an ihm sterblich war, haben die Männer seines Zuges unter dem Birkenkreuz eines Soldatenfriedhofes bestattet. Wir aber, seine Arbeitskameraden und Freunde wissen, daß die jugendfrische Kraft unseres Hans Mors und sein strahlender, mitreißender Idealismus weiterleben in dem Ethos deutschen Heldentums.

[1]) In Würdigung der seltenen Leistungen von Hans Mors hat die Naturwissenschaftliche Fakultät der Universität Königsberg ihrem gefallenen Studenten noch nachträglich den Doktortitel verliehen und damit eine Haltung gezeigt, die auch an dieser Stelle dankbar erwähnt werden soll.

Trotz der kurzen Zeit, während er sich forschend mit entomologischen Fragen beschäftigen konnte, hat HANS MORS eine Reihe größerer Arbeiten veröffentlicht, die teils grundlegenden Charakter tragen, und die hier angeführt seien:

Veröffentlichungen von HANS MORS

1. Stellungnahme zu einigen Arbeiten über eine neue Methode zur Nonnenbefallsermittlung und Nonnenbekämpfung. Forstarchiv S. 296ff., 1938.
2. Die Entwicklung der Nonne im Freiland unter besonderer Berücksichtigung des Klimas und der Fraßpflanze. In der Monographie „Die Nonne in Ostpreußen (1933 bis 1937)". Monogr. z. angew. Entomologie Nr. 15, 1942.
3. Der Nonnenfalter während einer Massenvermehrung. Ebenda.
4. Untersuchungen zur Nonnenprognose WELLENSTEINS und die Bedeutung gradologischer Merkmale. Ebenda.
5. Aktivität und Fraß der Nonnenraupe in den verschiedenen Jahren ihrer Massenvermehrung [1]). Ebenda.

[1]) Zu dieser unvollendet gebliebenen Arbeit hat MORS neben zahlreichen Bearbeitungsskizzen reiches Beobachtungsmaterial zusammengetragen. Die Studie wurde von mir fertiggestellt und ist unter dem Namen von HANS MORS erschienen. — G. WELLENSTEIN

Referate

Martini, E., Lehrbuch der medizinischen Entomologie. Zweite, umgearbeitete Auflage. XVI und 585 Seiten, mit 302 Abbildungen im Text. Jena, Verlag von Gustav Fischer, 1941.

Preis br. RM 27,– , geb. 29,—

Seit Erscheinen der 1. Auflage hat sich das Wissen auf dem Gebiete der medizinischen Entomologie ungeheuer verbreitert und vielfach auch vertieft. Eine nicht einmal durchaus vollständige Wiedergabe unseres Wissens allein um die Testsefliegen würde reichlich einen Band wie den vorliegenden zu füllen. Es war daher eine besonders schwierige Aufgabe, all das Neue einzubeziehen, ohne den Umfang des Buches stark zu erhöhen. Abschnitte über die allgemeine Ökologie und Seuchenlehre, die in der 1. Auflage kaum Berücksichtigung gefunden hatten, können heute in einem Lehrbuch auf praktisch entomologischem Gebiete unter keinen Umständen mehr fehlen; sie mußten aber auf das Allernotwendigste beschränkt werden. Erweiterungen auf der einen Seite mußten mit Einsparungen auf der andern Seite erkauft werden, — in der Hauptsache auf Kosten der Bestimmungstabellen. Für den Ungeübten ist, wie der Verfasser richtig bemerkt, „der richtige Weg der Bestimmung die Einsendung an einen zuverlässigen Spezialisten". Wer aber so weit fortgeschritten ist, daß er selbständig und sicher bestimmen kann, „wird nicht nach Tabellen der Lehrbücher, sondern nach der Originalliterater bestimmen".

Verfasser hat sich bei der Bearbeitung des Buches stets darauf eingestellt, daß es nicht nur Ärzten und Biologen, sondern einem möglichst großen Interessentenkreis dienen soll. „Es gibt wohl wenig Gebiete in der Biologie, die gleichzeitig für Ärzte, Schulmänner, Techniker u. a. eine solche Fülle gut erforschter und eindringlicher Beispiele über die Verflechtung der unbelebten Natur und der belebten Umwelt unter sich und mit dem Menschen und seiner Kultur so durchsichtig dartun, wie die medizinische Entomologie, die mit den reizvoll verschlungenen Entwicklungsfäden der Seuchenerreger weite Ausblicke verbindet und praktisch Gerichtete nicht weniger anspricht als den reinen Forscher. Deswegen wird jeder gebeten zu verzeihen, daß manch Triviales gebracht wird, damit die andern wenigstens eine gewisse Vorstellung haben, wovon die Rede ist."

Die Neuauflage entspricht in jeder Weise den großen Fortschritten, die in den letzten Dezennien auf dem Gebiete der medizinischen Entomologie gemacht worden sind. Martini hat es meisterhaft verstanden, den gewaltig angewachsenen Stoff übersichtlich und einheitlich zu formen, — eine Leistung, die nur der zu vollbringen vermag, der über dem Stoff steht und diesen völlig beherrscht. Die Ausstattung, die reiche Bebilderung könnte nicht besser sein. Martinis Lehrbuch der medizinischen Entomologie gehört zu den klassischen Werken der entomologischen Literatur.

Frickhinger, H. W., Schädlingsbekämpfung für Jedermann. Dritte Auflage (9. bis 20. Tausend). 247 Seiten, mit 175 Textabbildungen. Preis kart. 4,80 RM.

Kaum ward die zweite Auflage von Frickhingers „Schädlingsbekämpfung" ausgegeben, war sie schon wieder vergriffen, so daß sogleich eine dritte Auflage (9. bis

20. Tausend) notwendig geworden ist[1]). Eine selten hohe Auflagezahl auf unserem Gebiet. Sie beweist, daß die Darstellungsweise dem Bedürfnis und dem Verständnis der weitesten Kreise entspricht. Das Buch ist berufen, eine wichtige Rolle im Abwehrkampf gegen das unsere Gesundheit, unsere Vorräte, unseren Gemüse- und Obstbau schwer bedrohende Heer der Schädlinge zu spielen. Und heute tut intensivste Schädlingsbekämpfung mehr not als je. Ich wiederhole daher hier, was ich bei der Besprechung der zweiten Auflage (diese Zeitschrift **29**, S. 688) geschrieben habe: Die FRICKHINGERsche Schädlingsbekämpfung gehört einfach in jeden Haushalt. K. E.

Zander, Enoch, Bienenkunde im Obstbau. Heft 20 der „Grundlagen und Fortschritte im Garten-Weinbau" (Herausgeber Prof. Dr. C. F. RUDLOFF). 41 Seiten mit 21 Abbildungen. 2. Auflage. Stuttgart, Verlag von Eugen Ulmer, 1943. Preis 1,20 RM.

Die vorliegende Schrift ZANDERS, deren erste Auflage 1936 erschienen ist, behandelt ein Gebiet, deren volkswirtschaftliche Bedeutung gar nicht hoch genug angeschlagen werden kann. Ist doch die Mitarbeit der Bienen bei der Bestäubung der Obstbäume und sonstiger Nutzgewächse in Feld und Garten mindestens 10mal so hoch anzuschlagen als der unmittelbare Ertrag aus der Bienenzucht, der allein für das Altreich auf rund $^1/_4$ Milliarde Reichsmark jährlich angegeben wird. Die Ausnutzung der zur Schaffung hochwertiger Vollernten unentbehrlichen Mitarbeit der Bienen wird von den Obsterzeugern vielfach noch vollständig übersehen. Diese Unentbehrlichkeit der Bienen für einen nach Menge und Güte der Erzeugnisse ergiebigen Obstbau dem Obstzuchter eindringlich vor Augen zu führen, ist der Zweck der ZANDERschen Schrift. In ihr wird alles zum Verständnis der Zusammenhänge „Bienen-Obstbau" Notwendige klar und übersichtlich dargestellt, so daß der Obstzüchter in einfachster Weise und sicher orientiert wird. Nach einer kurzen Einleitung behandelt das 1. Kapitel die Befruchtungsverhältnisse der Obstgewächse, das 2. Kapitel die Rolle der Bienen bei der Bestäubung und Befruchtung, während das 3. Kapitel die Anleitung zur praktischen Nutzanwendung bringt. Die Schrift ist überaus zeitgemäß und sollte weiteste Verbreitung in den Kreisen des Obstbaues finden. K. E.

Festschrift zum 60. Geburtstag des Ministerialdirigenten im Reichsministerium für Ernährung und Landwirtschaft LUDWIG SCHUSTER.

Die drei ersten Hefte des 53. Bandes der Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz (S 1—160) sind zusammen auch als Festschrift zum 60. Geburtstag von LUDWIG SCHUSTER erschienen, der als Ministerialdirigent im Reichsministerium für Ernährung und Landwirtschaft großes Verständnis für die Aufgaben der Pflanzenpathologie und Schädlingsbekämpfung gezeigt hat und den Arbeiten auf diesen Gebieten reichliche Förderung zuteil werden ließ. Die Schrift, die mit einem Bildnis des Jubilars ausgestattet ist, enthält Beiträge von RIEHM, KLINKOWSKI, BRANDENBURG, KLAPP, KOTTE, EIDMANN, E. MEYER, BERAN, EXT, SACHTLEBEN, TRAPPMANN, FUCHS, W. H. STELLWAAG, KAUFMANN und BÖRNER. Den Schluß der Festschrift bilden Referate.

Schwerdtfeger, F., Engerlingsbekämpfung durch Vollumbruch. Merkblatt Nr. 5 des Institutes für Waldschutz, Eberswalde 1943.

Es werden hier Anleitungen gegeben, wie durch Vollumbruch eine allmähliche Herabminderung des Engerlingsbelages erzielt werden kann. Das Merkblatt sollte überall Beachtung finden K. E.

[1]) Und wie mir der Autor berichtet, ist bereits schon wieder eine neue Auflage (mit weiteren 12 Tausend Exemplaren!) in Vorbereitung.

Reichenow, Eduard, Grundriß der Protozoologie für Arzte und Tierärzte. 98 Seiten mit 77 Abbildungen im Text. Leipzig, Verlag von Johann Ambrosius Barth, 1943. Preis brosch. RM. 6,60.

Für die Ärzte und Tierärzte, die sich der Tropenmedizin zuwenden, ist ein gewisses Maß von Kenntnissen in den parasitologischen Fächern unerläßlich. Diese Kenntnisse durch das Studium der umfangreichen Lehrbücher zu gewinnen, ist recht schwierig und vor allem zeitraubend, und so ist es auch sehr zu begrüßen, daß Reichenow sich entschlossen hat, einen kürzeren Grundriß der Protozoologie zu bearbeiten, in dem eine Einführung in die Kenntnis der parasitischen Protozooen gegeben wird, die den Belangen von Ärzten und Tierärzten, wie auch von Zoologen Rechnung trägt. Diesem Zweck entsprechend werden in erster Linie die Krankheitserreger und die harmlosen Protezooen des Menschen und der Haus- und Nutztiere mit genügender Ausführlichkeit behandelt, um sie erkennen und unterscheiden zu können. Dabei werden auch die wichtigsten Verfahren des Nachweises sowie der Züchtung dargestellt. Der ausgezeichnete Grundriß wird sich sicherlich viele Freunde erwerben, und zwar nicht nur bei den Tropenärzten, sondern überhaupt in naturwissenschaftlichen Kreisen. K. E.

Originalaufsätze

Über die Lebensweise der Lyda stellata als Grundlage einer Bekämpfung

Von Dr. Heinrich Härdtl

Mit 15 Abbildungen

Inhaltsübersicht

Vorbemerkung

Seit vielen Jahren ist in dem Gebiet nordwestlich des Schneeberges bei Tetschen-Bodenbach (Sudetenland) in den Revieren Schneeberg, Tyssa, Markersbach und Reichstein die *Lyda stellata* heimisch. In diesen, mehrere tausend Hektar, zumeist aus Kiefern bestehenden Waldungen treten durch dieses Insekt verschieden starke und umfangreiche Fraßschäden auf. Man sieht in Stangen- und Altholzbeständen sehr licht gefressene Kiefernkronen, aber man beobachtet nicht selten auch kahl gefressene Kiefern verschiedenen Alters (Abb. 1). Ein solcher Wald besitzt nur beschränkten oder gar keinen Zuwachs. Einen Eindruck über die Verwüstungen in diesem Waldgebiet vermittelt auch ein Blick auf einen Teil dieses Gebietes (Abb. 2). Die lichtgefressenen Kiefernkronen heben sich deutlich gegenüber den erhaltenen und unbeschädigten Fichtenkronen ab.

Bei dem großen Befallsgebiet muß sich der schon seit Jahren bestehende geschwächte Zuwachs oder gar Ausfall bemerkbar machen. Der



Abb. 1. Kahlfraß durch *Lyda stellata*. Neben den Fichten stehen kahlgefressene Kiefern. Revier Tyssa. 1935

Befall verursacht eine Schmälerung unserer Holzerzeugung. In Erkenntnis dieses Verlustes wurde eine Bekämpfung mit Fraßgiften durchgeführt, blieb aber mehr oder weniger erfolglos. Um nun die Grundlage für eine Bekämpfung dieses so hartnäckigen Schädlings zu finden, entschloß ich mich zur Bearbeitung einiger besonderer Fragen, die unsere Kenntnis der Lebensweise der Blattwespe erweitern sollen.

Bereits im Jahre 1935 hatte ich Gelegenheit, mehrere Male dieses Schadensgebiet zu besuchen und die ersten Beobachtungen zu sammeln. Eine Bearbeitung der *Lyda*-Frage wurde erst möglich, als nach dem Anschluß des Sudetenlandes ans Reich mir in großzügiger Weise vom Forschungsdienst Mittel zur Durchführung der Arbeit bewilligt wurden. Ich gestatte mir insbesondere Herrn Professor Dr. KONRAD MEYER für die Unterstützung meiner Arbeit aufrichtig zu danken. Bei den experimentellen Arbeiten unterstützte mich im Jahre 1940 während des Frühjahrs und Sommers Herr Ing. FRIEDRICH SCHARF.

A. Zur Geschichte des Massenauftretens der *Lyda stellata* in den Revieren Tyssa und Markersbach

Das Massenauftreten eines Lebewesens wird zumeist durch eine irgendwie eingeleitete Änderung der Umweltsbedingungen hervorgerufen (vgl. SCHWERDTFEGER 1941). Viele Forscher suchen Zusammenhänge mit der Witterung. Ebenso wichtig und maßgeblich aber erscheinen mir biologische Vorgänge, die durch das Zusammenleben mehrerer Lebewesen bedingt sind. In unserem Falle und in unserem alten Kulturland denkt man vor allem an die einseitig bevorzugte Entwicklung der Pflanzen, die eine artmäßige, insbesondere

aber mengenmäßig einseitige Zusammensetzung der Tierwelt zur Folge hatte. Die Ermittlung der auslösenden Ursache stößt häufig auf große Schwierigkeiten, da man wie immer bei starkem Schädlingsbefall, erst bei Eintritt der Kalamität auf die Gleichgewichtsstörungen in der Natur aufmerksam wird. Anhaltspunkte für die vermutete Ursache lassen sich in der geschichtlichen Entwicklung des Befalls manchmal erbringen, insbesondere dann, wenn von früher Analysen der Fauna und Flora vorhanden sind. Für unser Schadensgebiet läßt sich nur anführen, daß seit Jahrzehnten ein künstlicher Kiefernwald besteht, jedoch eine systematische Untersuchung der Fauna und Flora fehlt.

Die geschichtliche Darstellung der *Lyda*-Kalamität in unserem Gebiet veranschaulicht die Ausbreitungsweise und Hartnäckigkeit des Schädlings. Auch in früheren Jahren gab es Großschäden durch *Lyda*, deren Ermittlung aber infolge oft ungenauer Bezeichnung der *Lyda* schwierig ist. Ebenso erscheint ein Eingehen auf die Verbreitung der *Lyda* in Mitteleuropa zweckmäßig, um gegebenenfalls ihr Vorkommen im ungestörten Lebensraum, das ist mit ihren natürlichen Feinden, kennen zu lernen.

1. Kurzer Hinweis auf die Benennung der Blattwespe im Schrifttum

Auf die verschiedenen deutschen Bezeichnungen wie Große Kiefernblattwespe, Bunte Kothsack-Gespinstblattwespe, Kieferngespinstblattwespe usw. soll hier nicht näher eingegangen werden. Der wissenschaftliche Name dieses Insektes wurde mehrmals geändert. Von Ratzeburg (1850) wird diese Blattwespe als *Tenthredo pratensis* beschrieben. Den Gattungsnamen *Tenthredo* löst bald die Bezeichnung *Lyda* ab, der von Fabrizius

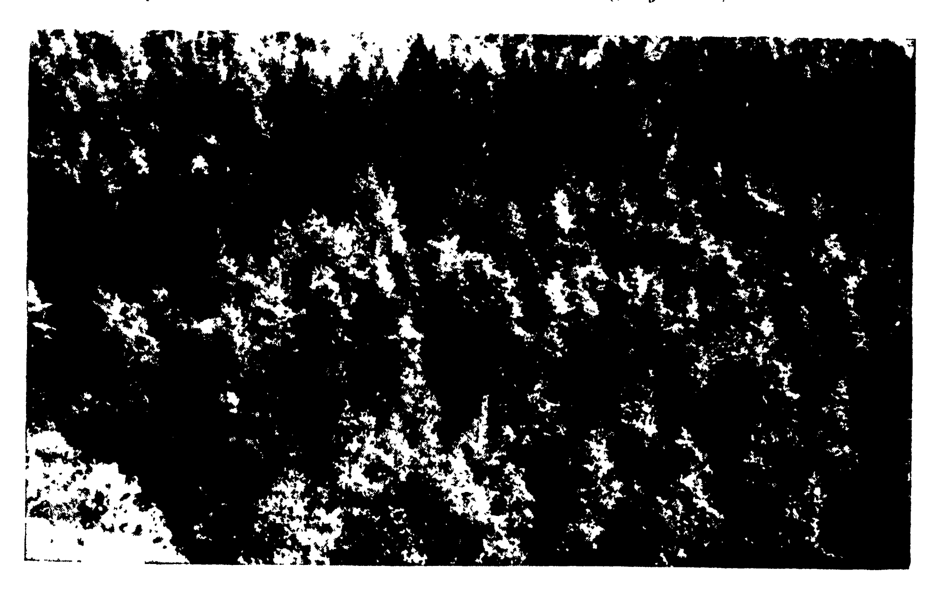


Abb. 2. Durch *Lyda* befallener Kiefernbestand (Abt. Nr. 13) untermischt mit Fichten. Die Kiefern erscheinen hell, da durch den starken Fraß die Äste und Zweige stark hervortreten. Die unbeschädigten Fichten sind infolge der dichten Belaubung dunkel. An den Kiefern besteht vorwiegend die Fraßform II bis III (siehe Text). Revier Tyssa. September 1940

stammt und in Ratzeburgs „Waldverderber und ihre Feinde“ (1876) finden wir neben der Bezeichnung *Lyda pratensis* auch den Namen *Lyda stellata Christ.*[1]). Als Artbezeichnung findet sich auch *pinivora* (Ensl.). Die ältere Bezeichnung *stellata* hat sich bis in die jüngste Zeit hinein erhalten; auch der Familienname *Lydidae* (Schm.) wird neben der neuen Benennung *Pamphiliidae* (Snodgr.) in den neuesten Werken geführt (vgl. Weber 1938). Die Bezeichnung der Unterfamilie als *Lydinae* stammt von Kirby. Auf Grund der Arbeiten von Costa machte auch der Gattungsbegriff eine Änderung von *Lyda* zu *Acantholyda* durch (Schmiedeknecht[2]) 1930). Aus terminologischen Gründen muß jedoch der Name *Lyda stellata* Christ. (*pratensis* F.) bleiben. Als deutsche Bezeichnung findet man zumeist Kiefernbestands-Gespinstblattwespe.

2. Die Verbreitung der Blattwespe in Mitteleuropa

Allgemein kann dem Schrifttum entnommen werden, daß *Lyda stellata* Christ. häufig in Mittel- und Nordeuropa verbreitet ist. Sie bildet in diesem Gebiet verschiedenerorts in Kiefernwaldungen Fraßherde und wird dadurch schädlich.

Einige größere Schadensgebiete erwähnt Altum (1899). Das erste Massenauftreten wird 1821 in Muskau (Reg.-Bez. Liegnitz) verzeichnet; der Fraß währte bis 1829. Um 1880 wurde ein stärkerer Schaden durch die *Lyda* im Regierungsbezirk Frankfurt a. d. Oder, mit schätzungsweise 100 ha völlig vernichteter Fläche, sowie Merseburg und Stettin beobachtet. Über die Kalamität im Regierungsbezirk Frankfurt wurde dem Ministerium am 8. Dezember 1898 ein ausführlicher Bericht über den 16 und 10 Jahre währenden Fraßschaden und die durchgeführten Bekämpfungsmaßnahmen abgegeben (siehe Escherich, Forstinsekten V, S. 44).

Auch in Böhmen und Mähren kam *Lyda stellata* bereits in früheren Jahrzehnten als Schädling vor. Bei unseren Nachforschungen ergab sich, daß die alten Angaben im Schrifttum nicht immer die genaue Kennzeichnung unserer Blattwespe ermöglichten, denn es wurden meist ungenaue deutsche Namen angeführt. Wir beschränken uns daher nur auf jene Fälle, wo es sich mit Sicherheit um *Lyda stellata* handelt.

So fielen der Kiefernblattwespe in den Revieren Chyby und Illownitz des Kitschitzer Waldes in den 60iger Jahren 120 Joch[3]) zum Opfer. Damals wurde als Bekämpfungsmaßnahme folgendes versucht: Teerringe an den Stämmen, Schweineeintrieb, Absammeln der Raupen im Juli (in 20 Tagen 2 Millionen Stück), Fliegenklatsche gegen Imagines. Die Teerringe wurden von der *Lyda* gemieden. 1879 trat die *Lyda* neuerdings auf und verursachte Schaden. Im Jahre 1861 kam *Lyda pratensis* mit *Lophyrus* (*Tenthredo*) *pini* in den Bielitzer Forsten des Zabějeger Reviers in ebener feuchter Lage vor. Dabei wurden vor allem 35—40jährige Kiefern zum Absterben gebracht. Als Gegenmaßnahmen dienten: Abklopfen, Schweineeintrieb, Abklauben, Schonung insektenfressender Vögel. Als vor-

[1]) Vgl. die Arbeit von Altum (1899).

[2]) Die frühere Auflage dieses Werkes vom Jahre 1907 führt noch den Namen *Lyda* (F.).

[3]) 1 Joch sind 0,575 ha, mithin 69 ha.

beugende Maßnahmen wurden empfohlen: Erziehung gemischter Bestände und Vermeidung von Kiefernanzucht auf nicht passenden Böden. 1862 beschäftigte sich die Versammlung des schlesischen Forstvereins mit den beträchtlichen Verheerungen der Pleß'schen Forste durch *Tenthredo* (*Lyda pratensis*). Dabei wären besonders 80—100jährige Kiefern infolge des Fraßes abgestorben. 1886 erlebte die Gemeinde Gurein (Brünn) einen Befall ihrer Forste durch *Tenthredo pratensis* (*Lyda st.*) und *T. campestris*. Die Kalamität erlosch jedoch bald. Von 1891 bis 1895 wurden die Wälder von Rattay in Böhmen und Schwarzkosteletz von Lyden heimgesucht. Damals fiel die geringe Zahl von Männchen auf (auf 100 Weibchen kamen 3 Männchen). Seit 1897 war ein allgemeiner Rückgang zu bemerken.

In jüngster Zeit wurden aus dem Altreich Schäden von *Lyda stellata* aus Arzberg in Oberfranken aus dem Jahre 1921 (Scheidter 1926) festgestellt; seit einigen Jahren aber ist sie hier bereits nahezu verschwunden. Das Befallsgebiet umfaßte rund 300—400 ha Waldung. Ferner trat die *Lyda* in dem Gubener Stadtforst im Jahre 1925 auf. Im Gebiet von Rehau (Fichtelgebirge) wurde sie ebenfalls in größerer Menge als Schädling beobachtet; ferner kam sie bis in die letzten Jahre in den Sächsischen Staatsforsten Markersbach und Reichstein vor. Seit 1938 hat nun die Organisation des forstlichen Meldedienstes in Sachsen die *Lyda stellata Christ.* unter die meldepflichtigen Forstschädlinge des Landes eingereiht.

Die niederländischen Forste wurden in den Jahren 1818 und 1819 von der *Lyda stellata* heimgesucht, die damals mit der Eule zusammen auftrat. Derzeit ist hier kein Auftreten bekannt. Vereinzelt kam nach Sajó (1898) die *Lyda stellata* auch in Mittelungarn (Gebiet von Budapest), vor.

Im Generalgouvernement tritt die *Lyda* im Distrikt Krakau in den Oberförstereien Niepolomice, Damienice und Kressendorf auf und befiel rund 2000 ha Waldfläche. Im Distrikt Lublin wurde *Lyda* nur vereinzelt in der Oberförsterei Krynszczak bei Łuków festgestellt.

Die *Lyda* kann sich lange Zeit hindurch in belangloser Zahl in den Wäldern erhalten. Zufolge einer Mitteilung von Escherich, fand sie sich im Bialowieser Urwald ganz vereinzelt. Desgleichen kommt sie in Mitteleuropa verstreut vor, und man weiß nicht, warum sie an manchen Stellen plötzlich ausgedehnte Fraßherde bildet. In ehemaligen Schadensgebieten, wie z. B. in Arzberg, erhält sie sich in ganz verschwindender Anzahl.

Da eine Erfassung aller *Lyda*-Schadgebiete, auch der kleinen Herde nicht möglich war, so verdient doch hervorgehoben zu werden, daß das Auftreten der *Lyda stellata* an verschiedenen Orten zeitlich zusammenfiel. Da nun die Bodenverhältnisse in den befallenen Kiefernwaldungen keineswegs gleichartig sein können, so berechtigt dieses Zusammenfallen des Massenauftretens zur Annahme, daß allgemein klimatische Einwirkungen zusammen mit einer besonderen örtlichen Eigenart als auslösende Ursache für ein Massenauftreten angesehen werden können.

An zwei Beispielen wird die Entstehung und der Verlauf eines *Lyda*-Befalls sowie dessen Bekämpfungsversuch beschrieben. Etwas näher wurde auch auf das Fraßgebiet selbst eingegangen, damit eine Vergleichsmöglichkeit mit anderen Schadgebieten gegeben ist.

3. Massenauftreten der Blattwespe in zwei Revieren in Böhmen und Sachsen, die verursachten Schäden und Versuche zur Bekämpfung

In zwei aneinander grenzenden Revieren in Böhmen (Sudetenland) und Sachsen treten seit mehreren Jahren die Blattwespen in größeren Mengen auf und verursachen weitgehende Schäden. Aus mehrerlei Gründen erscheint es zweckmäßig, eine Schilderung der Entstehung und des Verlaufes des Blattwespenbefalls in diesem Waldgebiet zu geben. Eine Trennung nach den Revieren erfolgte aus äußeren Gründen. Beide Reviere haben eine längere gemeinsame Grenze und auch ausgesprochene Schadgebiete grenzen aneinander, aber die Verwaltung und damit die im Laufe der Zeit ergriffenen Maßnahmen sind recht unterschiedlich, so daß die getrennte Darstellung gerechtfertigt ist.

Aus der zeitlichen Darstellung des *Lyda*-Befalls sollen nicht nur die Umwelt des sich daselbst hartnäckig eingenisteten Waldfeindes erkannt, sondern vor allem auch die verschiedentlich beschrittenen Wege zur Bekämpfung ersichtlich werden, um für die Zukunft geeignetere Maßnahmen zu finden und Zeit, Arbeit und Material zu sparen.

a) Entstehung und Verlauf der *Lyda*-Kalamität auf der Thun-Hohenstein'schen Forstdomäne Bodenbach

Die Thun-Hohenstein'sche Forstdomäne liegt nordwestlich der Städte Tetschen-Bodenbach und umfaßt vor allem das Gebiet um den Hohen Schneeberg (721 m) mit den Revieren Schneeberg, Maxdorf und Tyssa. Geologisch ist dieses Gebiet gekennzeichnet durch seine Mergel und Sandsteine. Ausführliche Schilderungen der verschiedenen Schichten findet man in den Werken von HIBSCH. Zur näheren Kennzeichnung der Lage und Ausdehnung dieses Gebietes verweise ich auf die beiliegende Karte, in der auch alle die notwendigen Angaben der verschiedenen Jagen vermerkt sind (Abb. 3).

In den Heimatkunden dieses Gebietes wurde unter den forstschädlichen Insekten bisher niemals die Blattwespe genannt, noch je von einem größeren Schaden in den Wäldern durch dieses Insekt berichtet. Nach den Angaben des Forstpersonals wurden Kieferngespinstblattwespen in diesem Gebiet und im besondern in der Thun-Hohenstein'schen Forstdomäne[1]) erstmalig in den Jahren 1921 und 1922 bemerkt[2]), und zwar

[1]) Die Angaben entstammen den von der Domäne zur Einsicht überlassenen Revierberichten und einer Chronik des Revieres Tyssa. Herrn Forstmeister Ing. HOFFMANN spreche ich für seine mündlichen Mitteilungen und sein großen Entgegenkommen bei der Arbeit meinen Dank aus.

[2]) In diesen Jahren war ein Masssenvorkommen im Gebiet von Arzberg aufgetreten.

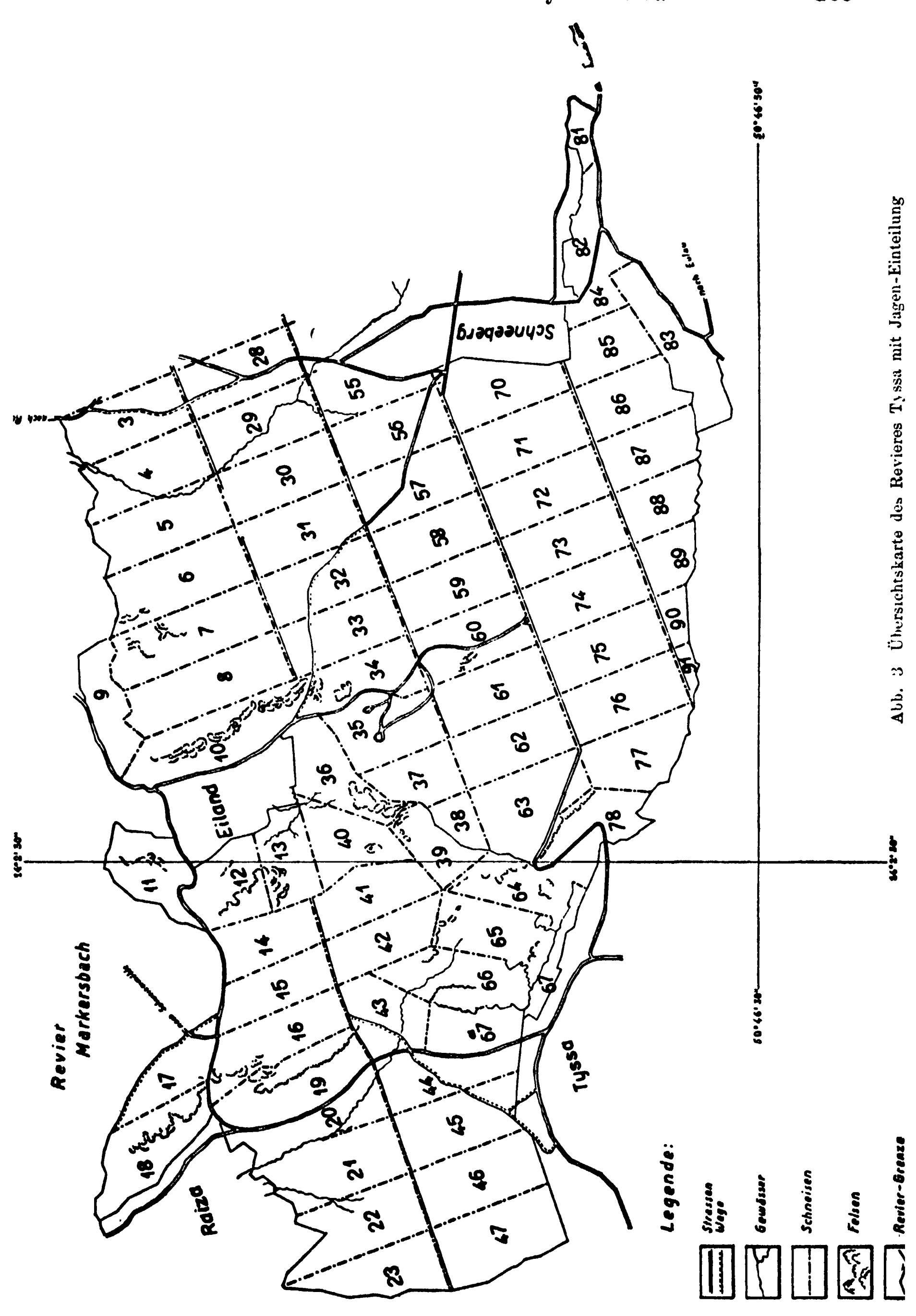


Abb. 3 Übersichtskarte des Revieres Tyssa mit Jagen-Einteilung

im Jagen 41 des Tyssaer Revieres. Da die Zahl der Wespen gering war und auch keine Schadwirkungen fühlbar wurden, blieb der Schädling bis zum Jahre 1929 unbeachtet. In diesem Jahre trat unerwartet ein so

starker Befall auf, daß er Besorgnis hervorrief. Die Population im Jagen 41 hatte sich in diesen Jahren der Vorbereitung zur Keimzelle eines Massenauftretens entwickelt. Schon im darauffolgenden Frühjahr des Jahres 1930 zeigte sich auch der benachbarte Jagen 14 befallen, der damals, wie der Jagen 41 einen 40—50jährigen reinen Kiefernbestand aufwies. Die angegriffene Fläche betrug jetzt, wie eine Meldung an die Bezirksbehörde besagt, 60—80 ha. Außerdem tat die in diesem Jahr stark auftretende Forleule ein übriges, die Fraßschäden noch zu vergrößern. In dieser schwierigen Lage nahm das Thun-Hohenstein'sche Forstamt Beziehungen mit dem angrenzenden Markersbacher Forstamt zum Zwecke des Austausches von Erfahrungen auf. Auch mit wissenschaftlichen Instituten nahm die Forstverwaltung Fühlung und sowohl das zoologische Institut der forstlichen Hochschule in Tharandt, wie die tschechoslowakische Hochschule in Prag stellten bei *Panolis*-Raupen erfreulich starken Parasitenbefall fest, während Larven von *Lyda stellata* seuchen- und parasitenfrei waren. Im Juli dieses Jahres wurden 483 Larven auf den Quadratmeter im Boden gefunden. Das war bedeutend weniger als bei der zuvor durchgeführten Untersuchung, bei der 260 Larven auf $^1/_4$ m² festgestellt wurden. Es wurde hierbei wohl eine außerordentlich dicht befallene Stelle untersucht.

Im Frühjahr des Jahres 1931 wurde kein Absterben der Kiefern nach dem vorjährigen Fraße festgestellt. Die frischen Triebe blieben zum größten Teil unversehrt. Die Forstverwaltung, welche die Fraßherde nun dauernd beobachtete, führte die ersten Probegrabungen dieses Jahres bereits Mitte April durch. Diese ergaben 260—280 Larven auf den Quadratmeter und im stärkst befallenen Teil 656 auf den Quadratmeter und 96 Hüllen, die voraussichtlich von eben geschlüpften Imagines stammten. Da die Entwicklung infolge günstiger Witterung rasch vor sich ging, wurden bald 80 bis 100 Imagines am Stamm bis zu 3 m Höhe gezählt. An der gleichen Stelle fand sich die Forleule zu 25 Stück je Quadratmeter und sämtlich teils von Tachinen angestochen, teils von Pilzen infiziert. Auf Grund solcher Ermittlungen im zeitigen Frühjahr konnte die Forstverwaltung die Eulengefahr wohl als überwunden ansehen.

Hingegen mußte, was die *Lyda* betrifft, in der kommenden Vegetationsperiode mit den größten Verlusten durch Kahlfraß gerechnet werden. Einem starken Fluge, der seinen Höhepunkt vom 20.—23. Mai erreichte, folgte eine Eiablage von mehr als einem Ei je Nadel. Bald schlüpften die ersten Räupchen, die Mitte Juni bereits 1,5 cm lang waren. Schon am 17. Juni hatte der Fraß solche Stärke angenommen, daß man den Kot von den Kiefern rieseln hörte. Grabungen zu diesem Zeitpunkt ergaben noch 300—400 unveränderte Larven im Boden. Im Juli mußte die Domäne bereits einen Kahlfraß von rund 70—80 ha dem Centralausschuß der freien forstwirtschaftlichen Vereinigungen in Prag melden. Die Jagen 12, 13, 15 und teilweise auch 11 wurden neu befallen.

Was die chemische Bekämpfung betrifft, wurde 1931 auf einer Fläche von 0,6 ha eine Probebestäubung Kalziumarsenat durchgeführt, welche die Vernichtung der Mehrzahl der Larven zur Folge hatte. Weiter wurde eine Probespritzung mit Benzin in Abteilung 14 durchgeführt. Die am Stamm sitzenden Blattwespen wurden durch Berührung mit Benzin sofort getötet und fielen zur Erde. Man bediente sich bei der Spritzung einer Obstbaumspritze und verbrauchte rund 0,25—0,30 l je Stamm. Es fand auch eine Arsenbestäubung dadurch statt, daß bei einer Bestäubung in den angrenzenden Jagen der sächsischen Staatsforsten der Wind den Staub in das hiesige Gebiet trug.

Mit den schlimmsten Befürchtungen ging die Forstverwaltung in das Jahr 1932. War es doch vorauszusehen, daß die bereits recht schütteren Kiefernbestände der Jagen 11, 12, 13, 14 und 15 weitere Fraßschäden nicht vertragen würden und ein totaler Kahlfraß unabwendbar sei. Außerdem hatte sich bei Probezählungen der Larven im Boden herausgestellt, daß die Probebestäubung des Vorjahres keine auffällige Verminderung der Bodenlarven gebracht zu haben schien. Eine nähere Erklärung kann mangels systematischer Untersuchungen nicht gegeben werden. Tatsächlich wurde festgestellt, daß 655 Individuen auf der bestäubten Fläche einer Zahl von 1163, 688 und 418 Individuen auf den unbestäubten Versuchsflächen gegenüberstand. Eine Bestätigung dieser Ergebnisse enthält eine Meldung der Revierverwaltung von Mitte Juli, die besagt, daß der Fraß in den bestäubten Gebieten der Abteilung 11 sehr stark ist und sich auch keine kränkelnden Raupen zeigen. Dagegen wurden 1932 zum erstenmal in der zuerst befallenen Abteilung 41 kranke Larven gefunden, die meist am Rücken lagen und ganze Netze spannen. In den übrigen Jagen nahm der Fraß ungeschwächt seinen Weitergang. Offensichtlich kranke Larven fanden sich nur ganz vereinzelt. Während der Flugzeit erschienen die Stämme mit *Lyda* förmlich übersät. Man zählte 200—300 Imagines je Stamm. Bei schönem Wetter waren die Tiere bestrebt, die Kronen zu erreichen, während sie bei Regentagen in den Borkenritzen saßen. Probezählungen ergaben mehr Männchen als Weibchen. In dieser Zeit fand die Begattung statt. Wiederum wurde an vielen Nadeln mehr als ein Ei abgelegt. Der in den schon schütteren Beständen der Abteilung 13, 14 und 41 befürchtete Kahlfraß trat im Umfange von 15 ha Mitte Juli 1932 dadurch ein, daß bei dem Massenauftreten auch die neugebildeten jungen Nadeln als Nahrung aufgenommen wurden. Am stärksten zeigten sich die Jagen 11, 12, 13, 14, 15 und 41 mit rund 60 ha befallen. Der Fraßschaden erweiterte sich in diesem Jahre noch um die Abteilungen 16, 19 und 42 mit rund 50 ha. Gegen Ende des Jahres wurde das Befallsgebiet mit 130 ha angegeben. Ein Teil des Gebietes wurde lichtgestellt, der Bestand zu 50% geschlagen und mit Fichte unterbaut. Auf eine chemische Bekämpfung wurde verzichtet, einmal aus Mangel der hierzu nötigen Mittel und sodann waren auch die Erfahrungen

der chemischen Bekämpfung in den angrenzenden sächsischen Staatsforsten nicht die besten.

Ende Mai des Jahres 1933 flog die *Lyda* wieder stark und setzte ihr verderbliches Werk weiter fort. Bei Bodenuntersuchungen wurden diesmal 200—240 Larven auf den Quadratmeter gezählt. Dieser erfreulichen, wenn auch geringen Abnahme stand die andere betrübliche Feststellung gegenüber, daß die *Lyda* fast über alle Abteilungen des Revieres Tyssa verbreitet war. Die Eiablage fand diesmal sogar auf Kiefernkulturen statt.

Obwohl dürres Holz beseitigt wurde und die befallenen Abteilungen eine gute Pflege genossen, so zeigten sich doch im Jahre 1934 bezeichnende sekundäre Erscheinungen. Der gemeine und auch der kleine Waldgärtner (*Blastophagus piniperda* Lin. und *Bl. minor Hartig*) traten so stark auf, daß fast jeder zweite Stamm von ihnen befallen war. Außerdem wurden Bockkäfer, Buchdrucker (*Ips typographus Lin.*) beobachtet. Wenn irgendwo Schlupfwespen im Revier auftraten, so schwärmten diese um die Fichten, da sich dort *Lophyrus* bemerkbar machte. Die *Lyda*-Larven hingegen waren wiederum gesund und dehnten ihren Fraß in diesem Jahre auf die Abteilungen 17 und 18 aus, wo auch Althölzer eingingen. Der stetig fortschreitende Kahlfraß hatte 1934 eine Fläche von 136 ha so beschädigt, daß eine Abholzung größerer Partien (nicht hiebsreifer Bestände) notwendig geworden war. Das vom Waldgärtner befallene Holz wurde auf Anordnung der Domäne entrindet und diese Rinde unter der persönlichen Aufsicht des Forstschutzpersonals verbrannt. Bei dieser Gelegenheit wurde eine Altersermittlung des Kahl- und Teilfraßgebietes vorgenommen:

Abteilung	11c . .	54—64jähr. Bestand		Abteilung	17e . .	34—44jähr. Bestand
„	13c . .	34—44 „ „		„	191 . .	53—63 „ „
„	14a . .	43—53 „ „		„	41a . .	53—63 „ „
„	14c . .	58—63 „ „		„	42a . .	18—28 „ „
„	15f . .	38 „ „		„	42b . .	53 „ „
„	15e . .	28 „ „		„	42e . .	43 „ „
„	17d . .	24 „ „		„	65a . .	33 „ „

Aus den Altersangaben ist ersichtlich, daß alle Bestände weit unter ihrem Haubarkeitsalter lagen. Insgesamt war es im Jahre 1934 eine Holzmasse von 500 m³, die in den Abteilungen 11e, 13c, 14a, 14c, 15f und e, 17e und d, 191, 41a, 42a, h und e und 65a geschlagen wurde.

Im Jahre 1935 hatte die Kahlfläche ungefähr 50 ha erreicht und die Abräumung der abgestorbenen Hölzer war aus forstpolizeilichen Gründen recht dringlich geworden. Es wurde daher die Schlägerung des vorhergegangenen Jahres mit allen verfügbaren Kräften fortgesetzt, wofür die Behörde das Ausmaß von 1500 m³ Derbholz über den Etat des Jahres bewilligte. Die Domäne mußte nun auch an die Wiederaufforstung gehen. So wurde zunächst in Abteilung 41 des Fraßgebietes Fichtensamen ausgesät. Auch die Stockflächen aller anderen Abteilungen waren gleich mit Fichten-

samen besät worden, um möglichst bald viele Pflanzen zu bekommen. In den Abteilungen 66, 78, 62, 44 und 22 standen bereits schöne 2jährige Fichtenpflanzen. Weiter säte man auf den Fraßflächen Robinie und Lupine aus, während im Pflanzgarten in diesem Jahre mit der Saat der Weymouthskiefer begonnen wurde. Die Errichtung kleiner fliegender Pflanzgärten auf den Stockrodeflächen erwies sich als sehr vorteilhaft.

Wie es außerhalb dieses Gebietes im Revier aussah, darüber gibt uns ein Protokoll Aufschluß, das auf Grund einer Besichtigung durch die Bezirksbehörde verfaßt wurde. Es stammt aus dem September 1935 und enthält folgende Aufstellung der betroffenen Jagen: 11c, e, f, f_1; 12g, h; 13i, k; 14a, b, f; 40n; 41a, a_1, k, i, i_1; 42h; 15f, c; 16i, n; 17e; 18a; 39i, f, g, h, a; 38e, d, p, b, a; 41g; 42e, a. Weiter wurde bei dieser Lokalerhebung festgestellt, daß in den vorjährig bereits stark durchfressenen Kiefernbeständen der Abteilungen 12h, g; 13i, k; 14a, b, f; 40n; 41a, k, a_1, i, i_1, und zwar auf einer Fläche von rund 42 ha im Jahre 1935 Kahlfraß eintrat. Es wurde daher in diesen Abteilungen 650 fm Derbholz entnommen. Weitere 400 fm ergaben sich durch Entnahme sporadisch kahl gefressener Stämme aus den Beständen der Jagen 11c, f, f_1; 15f, c; 16i, n; 17e; 18a; 38d, b, a; 39i, f, g, h, a; 41g; 42a, e. Als Bekämpfungsmaßnahme empfahl damals die Bezirksbehörde Umhacken des Bodens im Spätherbst, sowie Bestäubung mit Kontaktgiften im Monat Juni.

Im Jahre 1936 wurde weiter Dürrholz herausgenommen. Auch führte man Trockenastung durch. Eine gelegentlich gemachte Bodenprobe ergab 150—160 Larven auf den Quadratmeter. Bemerkenswerterweise beschränkte sich im Jahre 1936 der Fraß auf die Abteilungen 42 und 16. An diesem letztgenannten Jagen war jedoch deutlich zu erkennen, daß er dem Kahlfraß entgegenging. Eine erfreuliche Erscheinung dieses Jahres war das massenhafte Auftreten von Staren im Fraßgebiet. Sie flogen zu Hunderten die kranken Bestände an und fraßen sehr emsig 14 Tage hindurch, so daß sicherlich eine große Menge der Schädlinge vernichtet wurde.

1937 hatte die Revierverwaltung bereits solche Fortschritte in der Wiederaufforstung gemacht, daß die Abteilungen 12, 13, 14 und 41 wieder angepflanzt werden konnten. Die Abteilungen 11 und 42 wurden aufgehackt, um den Boden für den voraussichtlich reich abfallenden Samen der Kiefern vorzubereiten. Dabei gefundene Larven waren stets gesund. Leider blieben in diesem Jahre die Stare gänzlich aus. Das Hauptfraßgebiet 1937 waren die Abteilungen 11, 13, 16 und 42. Da wie ersichtlich die *Lyda*-Schäden nicht aufhörten, sondern sich jährlich vermehrten und auch weitere Kiefernbestände gefährdeten, trug die Bezirksbehörde der Domäne folgende Vertilgungsmaßnahmen auf: 1. die Rohhumusschicht zu verbrennen oder als Einstreu an Bauern abzugeben und 2. den Boden nachher zu roden, womöglich mit einer Motorfräse, und Ätzkalk beizugeben. Diese Maßnahmen wurden jedoch nicht durchgeführt.

1938 zeigte sich die *Lyda stellata* zum ersten Male im Revier Schneeberg. Sie war hier in Bestände eingedrungen, die nur wenig Kiefer enthalten. Die Fraßstetigkeit machte sich durch Lichtwerden der Kronen bemerkbar. Um der *Lyda* nun wirkungsvoll zu begegnen, entschloß sich die Domäne, versuchsweise 8 Wildschweine auszusetzen, die aber nach 9 Monaten wegen Beschädigung anliegender Felder abgeschossen wurden.

Am schwülen Himmelfahrtstag, im Mai 1939 schwärmte die *Lyda* nach Aussagen verschiedener Leute zum erstenmal stark im Schneeberger Revier. Dieses Revier grenzt unmittelbar an jenes von Tyssa an (vgl. Abb. 3). Sie trat unerwartet in solchen Mengen auf, daß sogar Menschen von ihr belästigt wurden, ähnlich wie es letzthin für die Fichtengespinstblattwespe von Schwerdtfeger (1941) berichtet wird.

Im Jagen 37 mußten einige Bäume wegen Kahlfraßes entfernt werden. Der erste Einschlag betrug 12 fm. Die befallene Fläche des Revieres umfaßte rund 20 ha[1]). In den zuerst befallenen Jagen des Revieres Tyssa hatte sich *Lyda* so verbreitet, daß nach Angaben des Forstpersonals im Jahre 1939 wohl keine Kiefer im Revier stand, die gänzlich vom *Lyda*-Fraß verschont geblieben wäre.

Im Jahre 1940 und 1941 kam es infolge der dauernd kühlen und regnerischen Witterung zu keinem auffälligen Flug der Imagines. Man bekam im Vergleich zu früheren Jahren fast keine Blattwespen zu sehen, wie auch das Forstpersonal mit Freude mitteilte. Das berechtigt aber keineswegs zu Hoffnungen für ein Verschwinden des Schädlings, da einmal die Imagines bei kühler Witterung sehr schwach fliegen und weiters im Erdreich aller Abteilungen noch eine ausgiebige Menge an Bodenlarven vorhanden war. Desgleichen fand man genügend Afterraupen in den Bäumen, so daß auch dieses Jahr für eine kommende Generation gesorgt war.

b) Entstehung und Verlauf des *Lyda*-Befalls in den Sächsischen Staatsforsten von Markersbach und Reichstein[2])

Die *Lyda* beschränkte sich nicht nur auf die Wälder der Thun-Hohenstein'schen Domäne, sondern hatte sich auch in den angrenzenden Revieren ausgebreitet. 1927 zeigte sie sich zum ersten Male im Markersbacher Revier und verursachte vereinzelt liegende Fraßstellen in den Abteilungen 61 und 70. Nennenswerter Schaden wurde nicht angerichtet. In den Jahren 1928 und 1929 wurde nichts beobachtet. Erst Mitte Juni 1930 bekamen die Randbäume des K-Weges ein kränkliches Aussehen und wurden in der Benadelung schütter. Bald darauf erschienen die befallenen Kiefern in ihren Kronen mißfarbig und einige sogar innerhalb

[1]) Befallen waren die Jagen 37e, m; 34e, g, i: 42i, i_1; 9f, f_1; durchwegs 75 bis 95jährige Bestände.

[2]) Die Angaben verdanke ich dem Entgegenkommen des Herrn Forstmeisters B. Dittrich in Markersbach (Post Hellendorf).

des Bestandes kahlgefressen. Anfang Juli meldete die Försterei an die Amtshauptmannschaft Pirna einen „verheerenden Fraß" von *Lyda stellata* und Kieferneule in den Abteilungen 60—62, 69, 70 und 74 mit einem Ausmaß von 25—30 ha (Kieferneule besonders in Abtg. 70 f). Die Eulenraupen wurden bei der Untersuchung in Tharandt schwer parasitiert befunden. Bei großer Hitze hatte der Fraß bereits anfangs Juli in zusammenhängenden 50—90jährigen Beständen der oben genannten Abteilungen ein bedenkliches Ausmaß angenommen. Es wurden daher in der Zeit vom 8.—13. Juli d. J. im Markersbacher Staatsforstrevier 42 ha Kiefernstangenhölzer und im angrenzenden Reichsteiner Revier 2—3 ha mit Kalziumarsenat (As_2O_5: 19,1%) bestäubt. Dabei wurden an Kalziumarsenat „Herzynia" 2205 kg verbraucht[1]). Die Gesamtkosten der Bestäubung beliefen sich auf 2645.42 RM[2]), das sind 59.45 RM je Hektar. Es muß angenommen werden, daß die *Lyda* durch diese Bestäubung voll getroffen wurde, da sie sich erst Ende August bis September nach Angabe des Forstpersonals abspinnt. Dagegen wird in einem Schreiben vom 18. November diese Bestäubung als zu spät gekommen erklärt. Begründet wurde diese Ansicht durch Auffinden von Larven, die beim Aufhacken der Bodenstreu gefunden wurden[3]). Diese wurden bei der Untersuchung an der Hochschule in Tharandt gesund befunden.

Zur Überprüfung der Wirkung dieser Bestäubung wurden am 15. November 1930 mehrere Probezählungen der Larven im Boden durchgeführt. Bei den Grabungen lagen die Larven 10—12 cm tief im Boden. Es ergaben sich hierbei auf den Quadratmeter:

in Abteilung 61a . . .	454 Stück	und 9 Tönnchen,	vermutlich von Tachinen	
„ „ 62i . . .	217 „	„ 9 „	und 5 Puppen (von ?)	
„ „ 70e . . .	210 „	„ 3 „		
„ „ 74e . . .	533 „	„ 3 „		
„ „ 74e . . .	600 „	(annähernd).		

---

[1]) Von dieser Menge wurden 105 kg (im Werte von 125,97 RM) im Revier Reichstein zur Bestäubung verwendet, alles übrige im Revier Markersbach.

[2]) Kostenberechnung:

2485 kg „Herzynia"-Kalkarsenat	1988,— RM
Fracht	129.70 „
Anfuhr	22,76 „
Waldarbeiterlöhne	126,96 „
Fuhrlöhne	74,— „
Transport leerer Behälter	10,— „
Betriebsstoff für den Verstäuber	34,75 „
An Borchers Monteure, Geräte usw.	483,25 „
	2869,42 RM
Abzüglich für 280 kg unverbrauchtes Arsenat	224,— „
Kosten der 1. Bestäubung	2645,42 RM

[3]) Über die Richtigkeit der Begründung wird in der Beschreibung der Lebensweise dieses Schädlings noch eingegangen werden.

Infolge der unmerklichen Besserung der Lydaschädigung in den Revieren suchte die Firma Borchers ihre Erfahrungen in den schlesischen Revieren[1]) im kommenden Jahre hierorts zu verwenden.

Im Jahre 1931 trat die *Lyda* erneut in sehr bedrohlicher Weise auf. Am 6. Juni wurden Probefällungen durchgeführt, und es zeigten sich folgende Abteilungen befallen: 58, 61, 62, 70, 74; davon waren die Abteilungen 61, 62 und 70 sehr stark befallen. In Abteilung 62 wurden 420 Larven auf den Quadratmeter gefunden. In diesem Bericht wird hierzu vermerkt, daß zu dieser Zeit die Räupchen ausschlüpften. Insgesamt wurden in diesem Jahre 84,73 ha bestäubt und 29,59 ha in den Abteilungen 62 und 74 nach einem Regen nachbestäubt. Die Kosten dieser Bestäubung betrugen rund 3667 RM und im Reichsteiner Revier 900 RM, so daß sich die Gesamtkosten auf 4567 RM beliefen.

Da diese Bekämpfungen mit Fraßgiften keinen durchschlagenden Erfolg brachten, so wurde 1932 in den befallenen Jagen eine Wanderhühnerfarm eingesetzt[2]). Diese Bekämpfungsweise erwies sich als unwirtschaftlich[3]).

Im August des Jahres 1932 wurde noch eine zweite Möglichkeit einer Bekämpfung von Professor Dr. H. PRELL (Tharandt) versucht. Der hierbei verwandte Giftstoff „Polytanol“ (Phosphorkalziumverbindung) entwickelt Phosphorwasserstoff, der eine Bodenvergasung bewirkt. Der Vorteil dieser Bekämpfung liegt darin, daß hierfür eine längere Zeit zur Verfügung steht als die kurze Fraßzeit. In den Abteilungen 61 und 62 wurde der Giftstoff in Erdlöcher gebracht. Nach Angaben des Forstpersonals brachte auch dieses teuere Bekämpfungsmittel keinen entsprechenden Erfolg[4]).

Der Fraß der Raupen war in diesem Jahre schwächer, aber Bodenproben ergaben immerhin noch die große Zahl von 300—400 gesunder Larven je Quadratmeter.

[1]) In den oberschlesischen Forsten wurde der *Lyda*-Fraß seit Jahren beobachtet. Das hier vorhandene Schwarzwild schien nach den Mitteilungen keine ausschlaggebende Herabsetzung der Larvenzahl zu bewirken. Es wurde weiter beobachtet, daß sich die *Lyda* in der vorherrschenden Windrichtung von SW nach NO vorschiebt. Aus diesem Grunde hat die Forstinspektion des Grafen Ballestrem eine Bestäubung in der Zeit vom 12.—20. Juni 1930 mit 20prozent. Kalziumarsenat in 30—130jährigen Kiefernbeständen in Plawniowitz in einem Ausmaß von 199,1 ha durchführen lassen (vgl. näheres BRAUNSMÜHL 1930).

[2]) Aus wirtschaftlichen Gründen scheint es angebracht, einiges über diese Farm zu berichten: Die Hühner nahmen die Larven begierig auf, aber die Eilegetätigkeit ging zurück. Damit die Hühner an die Larven herankommen konnten, mußte die Bodendecke abgezogen werden. Dazu wurden 15 Mann Arbeitsfreiwillige eingesetzt. Sie begannen am 22. August 1932. Ferner kamen an Ausgaben noch hinzu: Bau einer Blockhütte (460 RM), 100 RM Zuschuß, Körnerfutter und 10 fm Stangenholz.

[3]) Die Eilegetätigkeit ging vermutlich infolge einseitiger Ernährung zurück. Deshalb sei erwähnt, daß sich bei Kiefernspannerbefall der Hühnereintrieb gut bewährte, jedoch wurden gekochte Kartoffel, wenig Körner, viel Holzkohle und frisches Wasser gegeben.

[4]) Gegen Wühlmäuse erwies sich dieses Gift sehr wirkungsvoll.

Von einer Bekämpfung im Jahre 1933 wurde aus wirtschaftlichen Gründen abgesehen, wenn auch in den Abteilungen 61 und 69 ein außerordentlich starkes Schwärmen der *Lyda* beobachtet wurde. Die Eiablage erfolgte bereits am 9. Mai.

1934 war ein weiteres Abklingen des Befalls zu erkennen. Das Schwärmen war schwächer und im Boden wurden weniger Larven gefunden.

1936 hat der Fraß einen außerordentlich ausgedehnten Umfang angenommen. Während in den Jahren 1933—1935 nur die ursprünglichen Fraßherde in den Abteilungen 61, 62, 69, 70 und 77 in geringem Maße weiter geschädigt wurden, hat sich in diesem Jahre der Fraß außerdem noch auf die Abteilungen 101, 102, 59, 58, 57, 53, 50 und 49 ausgedehnt. Einzelne Kiefern wurden bereits kahlgefressen. Auch in der Abteilung 123 des benachbarten Reichsteiner Revieres hat der Fraß stark an Umfang zugenommen. Da die Ausgaben für die chemische Bekämpfung dieser Kalamität bisher 7437 RM betrugen und der Erfolg außerordentlich gering war und der Hühnereintrieb wie auch der Einsatz von Wildschweinen in dem Thun-Hohenstein'schen Forst in wirtschaftlicher Hinsicht fehlschlugen, wurden folgende Gegenmaßnahmen beschlossen:

1. In den stärkst befallenen Beständen 61a, 61f, 62i, 62u, 63k, 69c, d, 70d, e, f und 74e, f ist der Boden unter Beigabe von gemahlenem Ätzkalk auf der ganzen Fläche mit der Bodenfräse zu bearbeiten. Bei starker Humusschicht ist der Humus an Bauern abzugeben d. h. zu entfernen, damit die Fräse den mineralischen Boden erfaßt und die darin etwa 2 cm tief liegenden *Lyda*-Larven zum allergrößten Teil zerquetscht werden. Da die Larven voraussichtlich durch Frost und Kälte in ihrer Beweglichkeit stark behindert werden, ist die Fräsarbeit bei kalter Witterung durchzuführen, damit die Larven nicht tiefere Bodenschichten aufsuchen können.

2. Die mit der Bodenfräse bearbeitete und mit Kalk gedüngte Fläche ist durch Untersaat mit Buche, Birke, Robinie und Roteiche zu verjüngen; später ist Lärche und Kiefer einzubringen.

3. Die betreffenden Forstorte sind mit Drahtgeflecht hasendicht einzugattern. Für die Eingatterung der von Lydafraß befallenen Forstorte mit einem Ausmaß von 35,36 ha wurden 5000 RM bewilligt.

Die Ergebnisse der Probezählungen des Jahres 1936 lagen zwischen 29 und 617 Stück Larven auf den Quadratmeter.

In den folgenden 3 Jahren war die Schadwirkung von *Lyda* schwächer. Ein Parasitenbefall war jedoch auch 1937 nicht festzustellen. In diesem Jahre wurden die ersten 10 ha der *Lyda*-Fraßfläche mit Laubholz-Nadelholzmischsaat verjüngt. Die in diesem Jahre begonnene Bodenbearbeitung erreichte 1939 das Ausmaß von 21 ha.

Für das Jahr 1940 wurde eine Fläche von 6 ha zum Anbau vorbereitet.

B. Die morphologische Beschreibung der einzelnen Entwicklungsstufen der Blattwespe und deren Lebensweisen im Hinblick auf eine Bekämpfung

Die Angaben über die einzelnen Entwicklungsstufen der Blattwespe im Schrifttum waren spärlich und in den verschiedensten Arbeiten zerstreut oder auch unvollständig. In den folgenden Abschnitten ist darum beabsichtigt, die einzelnen Stufen wie Ei, Raupe, Larve, Puppe und Imago zu kennzeichnen und dabei auf jene Besonderheiten in der Lebensweise einzugehen, die als Grundlage für eine aussichtsreiche Bekämpfung dieses hartnäckigen Schädlings verwendbar sein können.

1. Das Ei und die Eiablage

Bei einer jungen, noch unbefruchteten Imago findet man 17—20 Eischläuche, die je ein vollentwickeltes Ei und mehrere unentwickelte Eier besitzen. Zwischen den einzelnen Eiern liegen wohlunterscheidbare Nährzellen (Abb. 4). Im allgemeinen beträgt die Zahl der noch unentwickelten Eier je Eischlauch 4—5. Daraus ergibt sich eine Gesamtzahl von rund 83 Eiern in einem weiblichen Imago. Dies stimmt mit der unteren Grenze der von SCHEIDTER (1926, S. 206) angegebenen Zahlen überein. SAJÓ (1898) erhielt von einem einzelnen Weibchen 44 abgelegte Eier. Nach SCHEIDTER (1916) verzögert kühle Temperatur die Ausreifung der Eier von *Lyda hypotrophica*, so daß bei der kurzen Lebensdauer der Wespe nur ein Teil der Eier zur Ablage kommen wird. Die Eiablage beginnt meist Mitte Mai. Bei dauernd kühler Witterung gehen viele Weibchen ein bevor alle Eier abgelegt wurden. Es kann so zu einem Rückgang der Massenvermehrung kommen. Da das Schlüpfen der Imagines bis in den Juni beobachtet wird, so dehnt sich auch die Zeit der Eiablage entsprechend lang aus.

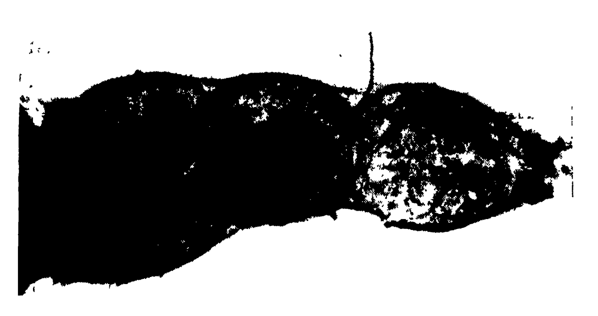


Abb. 4. Teil des phytrophen Ovariums. Näheres im Text

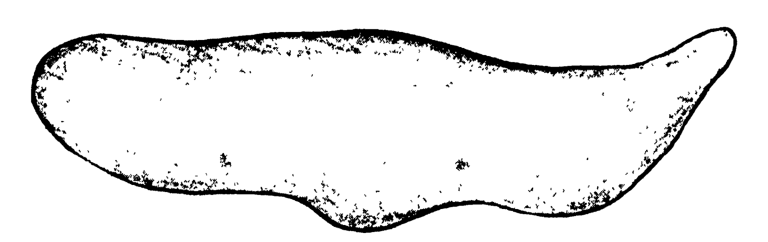


Abb. 5. Legereifes Ei vor der Eiablage. Näheres im Text



Abb. 6. Querschnitt durch eine Schwarzkiefernnadel. Man erkennt den Einschnitt, der durch die Epidermis und meist noch durch 2—3 Chlorophyllzellschichten führt. An der Außenseite haften etwas Kittsubstanz und Reste der Eihaut

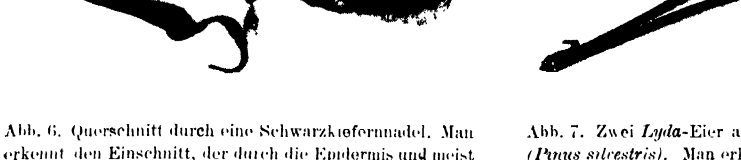


Abb. 7. Zwei *Lyda*-Eier an einer Kiefernnadel (*Pinus silvestris*). Man erkennt den ungleichen Entwicklungszustand der Eier. Das untere Ei ist bereits gewölbt und älter als das obere

Das legereife Ei hat kahnförmige Gestalt und an Ober- und Unterseite einen Buckel (Abb. 5). Die Farbe des Eies ist gelblichweiß. Das nächstfolgende Ei im Eischlauch hat ovale Form. Auch besitzt es bereits die gleiche Farbe wie das legereife Ei. Die restlichen Eianlagen sind rundlich, bzw. zeigen entsprechende Übergangsformen.

Die Eiablage erfolgt in der Weise, daß das Weibchen die Nadelspitze umklammert, bzw. stets mit dem Kopf zur Nadelspitze gewendet ist (entsprechende Bilder von *Lyda erythrocephala* bringt Schwerdtfeger), den Hinterleib einkrümmt, einen kleinen Sekrettropfen ausscheidet, hierbei mit den Sägeblättern einen kleinen Spalt in die Blattnadel einritzt und das Ei auspreßt. Scheidter geht auf diesen Vorgang teilweise ein. Von dem eingeritzten Spalt kann man sich durch Querschnitte der Blattnadel überzeugen (Abb. 6). Die Länge des Spaltes beträgt meist $^1/_4$—$^1/_6$ der Eilänge. Die Eiablage dauert rund 3 Minuten.

Das frischgelegte Ei ist gelblichweiß (grünstichig), $2\,^1/_2$—$2\,^3/_4$ mm lang und kahnförmig, jedoch ohne Buckel. Nach einigen Tagen bildet sich am oberen Ende des Eies ein dunkles Pünktchen. Das Ei verändert während seiner Entwicklung Form und Farbe. Die Oberseite des Eies wölbt sich, so daß nur das eine Ende des Eies kahnförmig aufgekrümmt erscheint (Abb. 7). Die Farbe wird bräunlich. Man kann somit frisch abgelegte Eier von älteren unterscheiden. Einige Tage vor dem Schlüpfen sieht man das junge Räupchen durch die Hülle durchscheinen. Die Angabe von Sajó (1898), die Eier seien weiß, kann somit nicht bestätigt werden.

An jeder Kiefernnadel wird meist nur ein Ei abgelegt, wodurch sich *Lyda stellata* von anderen Lyden unterscheidet. Auch die Form des Eies



Abb. 8a Schlüpfen eines Afterräupchens aus dem Ei



Abb. 8b. Leere Eihülle. Die Öffnung der Eihülle geschieht etwas unterhalb der Eispitze

ist kennzeichnend, so daß keine Verwechslung mit anderen Insekteneiern vorfallen kann.

Da ich auch Räupchen aus Eiern im Laboratorium schlüpfen ließ, konnte ich feststellen, daß die Eier nur auf frisch erhaltenen Zweigen ihre Entwicklung beendeten. Das gleiche hörte ich auch vom Forstpersonal. Bereits MÜLLER (1824, S. 8) äußert sich, daß Blattwespeneier nach der Ablage an den Nadeln noch wachsen. Diese Meinung kehrt im Schrifttum immer wieder, und es verdient der von SAJÓ (1898) ausgeführte Versuch hervorgehoben zu werden,wonach die *Lyda*-Eier zu ihrer Entwicklung frische Zweige benötigen. Nach SAJÓ stehe das Ei mit dem Saft der Föhrennadel in funktioneller Verbindung. Wenn die Eier auf Wasser- oder gar Nahrungszufuhr aus der Kiefernnadel angewiesen wären, so müßte der Kitt, mit dem das Ei angeklebt ist, durchlässig sein. Im Schrifttum liest man auch, die Eier würden sich während der Reifung etwas vergrößern. Nach SAJÓ (1898) sind die vollwüchsigen Eier von *Lyda erythrocephala* größer als die jungen Eier. Es ist dabei nicht erwähnt, ob dies Eier des gleichen Weibchens oder vom Anfang oder Ende der Legetätigkeit waren. Eine experimentelle Klärung dieser Frage wäre notwendig, um den fördernden bzw. hemmenden Einfluß der Witterung auf die Eientwicklung zu erfassen. Neuerdings konnte auch SCHWERDTFEGER (1941) nachweisen, daß das Ei von *Lyda erythrocephala* die zum Wachstum nötige Flüssigkeit aus den Nadeln nimmt. (Siehe auch ESCHERICH, Forstinsekten Bd. V, S. 58.)

2. Die Afterraupe und ihr Fraß

a) Morphologie der Raupe

Nach 10—14 Tagen schlüpfen aus den Eiern die jungen Räupchen (Abb. 8) und die leeren Eihüllen kann man dann überall an den Nadeln beobachten. Eine Beschreibung des Schlüpfvorganges bringt SCHEIDTER (1926).

Die jungen Räupchen haben eine annähernde Länge von 3 mm. Wie bei allen Jungraupen, so fällt auch an ihnen der große bräunliche Kopf auf und der Leib erscheint bei freier Betrachtung einheitlich gelblich. Erst nach einigen Häutungen in der Zeit während des Überganges zum Fraß alter Nadeln nehmen sie ihre endgültige schöne Färbung an. Sie haben eine Länge von 14,4 mm im Durchschnitt und ihr Kot ist in diesem Entwicklungsstadium durchschnittlich 2,3 mm lang, was für das Ermitteln der Raupenentwicklung zweckdienlich ist. Ausgewachsene Afterraupen (Abb. 9) besitzen rotbraune Längsstreifen und an jedem Segment ebensolche Querstreifen. Die dazwischen liegenden Felder sind hell gelbgrün. Der Kopf ist von gelbbräunlicher Farbe (vgl. Diagnose bei ESSLIN, NÜSSLIN und KOCH). Diese Färbung behalten sie bis zum Abspinnen bzw. Verkriechen im Boden. Es wurden jedoch auch Tiere beobachtet, die 1 bis 2 Tage vorher eine Veränderung der Farben aufzeigten, die sonst im Boden vor sich ging.

Im letzten Entwicklungsstadium vor der Ruhe im Boden hatten die Raupen eine durchschnittliche Länge von 17 mm und die einzelnen Kotstückchen eine solche von 2,6 mm. Das Frischgewicht der Afterraupen (16. Juli 1940) betrug 109,3 mg (65—160 mg) und 28,5 mg Trockengewicht im Durchschnitt, damit einen Wassergehalt von 74% (69—79%).

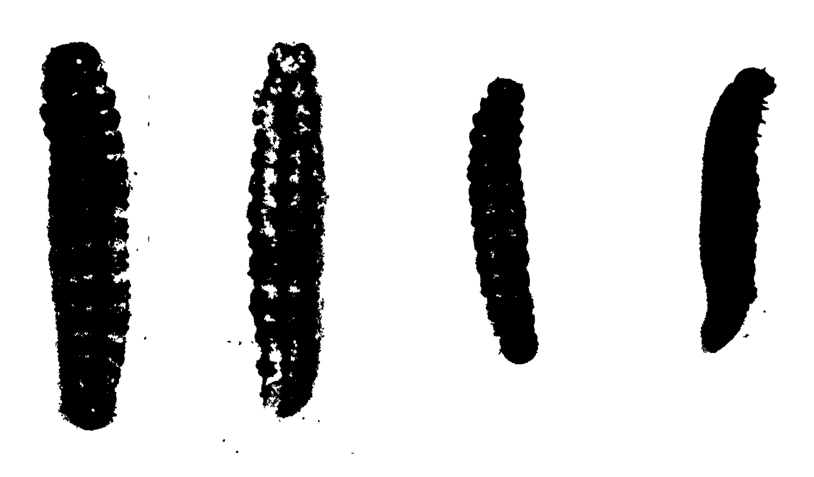


Abb. 9. Afterraupen von *Lyda stellata Christ.* Etwas vergrößert. 1940. Raupen von der Rücken- und Bauchseite (2 Stück) sowie seitlich gesehen

Die Häutungen der Afterraupe vollziehen sich in der Weise, daß die Haut hinter dem Kopf platzt und die Raupe sich aus der alten Haut herauszieht. SCHEIDTER bringt Bilder abgeworfener Häute der einzelnen Entwicklungsstadien. An diesen abgeworfenen Häuten wird vor allem die steife Kopfkapsel erkenntlich, denn der übrige Teil der Haut ist stark zusammengeschrumpft. Desgleichen bringt SCHEIDTER kennzeichnende Bilder der Kotform, die für die Untersuchung von Auffangproben notwendig sind (siehe auch ESCHERICH Bd. V, S. 39ff.).

Die Organisation der Larve bedingt es, daß sie sich nicht wie eine Raupe am Zweige fortbewegt, sondern sie spinnt mit dem Rücken zum Zweig gewendet Fäden um ihren Körper und heftet diese immer rechts und links von sich am Zweig an. Dabei rückt sie immer ein Stück vorwärts. Andere Blattwespenlarven bewegen sich in gleicher Weise vorwärts, welchen Vorgang auch SAJÓ (1898, S. 243) beschreibt und erwähnt, wie schwer die Afterraupen aus den Gespinsten etwa durch Schlagen an den Stämmen zum Abfallen zu bringen seien.

b) Über den Fraß der Afterraupe

Über den Fraß wurde uns außer den knappen Angaben in den Arbeiten von SCHEIDTER nichts bekannt. Die Praxis hatte zwar ein Interesse daran, das Ausmaß oder den Fortschritt des Schadens durch diesen Schädling zu ermitteln, aber sie beschränkte sich auf recht allgemeine Angaben, wie es in den bekannten Bezeichnungen Kahlfraß oder Lichtfraß zum Ausdruck kommt. Zur Feststellung der Fraßstärke, gegebenenfalls auch zur Ermittlung der Altersstadien der Afterraupe, dienten SCHEIDTER Auffänge des von den fressenden Raupen herabfallenden Kotes. Ich bechränke mich jedoch auf die direkte Messung des Fraßes im Laboratoriumsversuch sowie auf die Art und Weise der Schädigung an den Bäumen im Freiland.

A. B e o b a c h t u n g e n i m L a b o r a t o r i u m. Im Laboratorium wurde die Eiablage bei einigen selbst gezogenen Tieren festgestellt. Deren Eier kamen auch zur Reife und schlüpften anfangs Juni. Bei den aus dem Freiland eingebrachten Kiefernzweigen mit Eiern entwickelte sich im Laboratorium ebenfalls alles zur Reife und die Eier schlüpften am 12. Juni. Im Freiland aber beobachtete man noch ein Schlüpfen bis zum 26. Juni 1940.

Zu den Laboratoriumsversuchen wird bemerkt, daß die Raupen nur dann dauernd Nahrung aufnahmen, wenn sie auch Gelegenheit zum Schneiden der Kiefernnadeln hatten. Einfach vorgelegte frische Nadeln, die sie zwar ebenfalls mit einigen Fäden verbanden, um sie in das Gespinst hereinzuziehen, nahmen sie höchstens 2—4 Tage an und gingen dann ein. Ferner erzielten wir Eiablage auch auf Schwarzkiefer, deren Nadeln die Afterraupen nur ungern einige Tage hindurch fraßen. In einem größeren Befallsgebiet jedoch bevorzugte die Lyda in Italien Schwarzkiefer (BAY 1942).

Den jungen Räupchen wurden ausgewählt große Zweige mit gut benadelten vorjährigen Zweigstücken und Maitrieben vorgesetzt. In den er-

sten Lebensstunden fraßen die jungen gelblichen Räupchen nichts, sondern begaben sich gleich von der Eihülle zu dem Grunde des Maitriebes. Hier fertigte das Räupchen ein kleines, nur wenige Fäden zählendes, weitmaschiges Gespinst an und schnitt anfänglich nur Nadeln des Maitriebes. Dabei wurden in der Regel beide Nadeln des Kurztriebes geschnitten. Selten kam es vor, daß eine Nadel stehen blieb.

Im Alter von 12—14 Tagen gingen die Räupchen vom Maitriebfraß zum Fraß vorjähriger, also alter Nadeln über, so daß an der Spitze des Maitriebes immer je nach der Größe des Zweiges eine gewisse Zahl von Nadeln unberührt blieb. Das führte zu dem kennzeichnenden, büschelförmigen Aussehen der Zweige[1]). Durch die Erhaltung der jüngsten Nadeln ergab sich für den kommenden Austrieb der Spitzenknospe eine Erleichterung in der Nährstoffversorgung. Der Maitriebfraß war auch bei reichlichem Vorhandensein alter Nadeln in großem Umfang vorhanden. Die von Scheidter (Flugblatt) gemachte Beobachtung, daß die Räupchen die heurigen Nadeln meiden und sie nur in der Not, wenn keine älteren Nadeln mehr vorhanden sind, angehen, konnte hier nicht bestätigt werden. Wenn die Afterraupen eine Länge von 15—20 mm erreichten, sie befanden sich dabei zwischen der 4. und 5. Häutung, erfolgte der Übergang zum Fraß vorjähriger Nadeln. Eine Rückkehr zum Fraß der heurigen Maitriebnadeln trat in der Natur nach unseren Beobachtungen niemals ein, wohl aber konnte im Laboratoriumsversuch dies durch Wegnahme der alten Nadeln erzwungen werden. Wurde einem solchen älteren Tiere die Wahl ermöglicht, so zog es stets die alten Nadeln den jungen vor. Tritt in der Natur der Fall ein, daß die alten Nadeln zur Gänze verzehrt sind, so läßt das Tier die unbeschädigt gebliebenen Maitriebspitzen unbeachtet, hält sich einige Zeit suchend auf dem kahlen Zweig auf, um dann plötzlich abzuspinnen. Kommt ein Tier dabei auf einen neuen Zweig, so spinnt es sogleich ein lockeres Gewebe und setzt dann den Fraß an alten Nadeln fort. Im Alter von rund 20 Tagen ist die Afterraupe boden- oder abspinnreif und läßt sich herunterfallen. Solche Tiere auf einen Zweig zurückgebracht, fressen nicht, sind unruhig und lassen sich sehr bald zur Erde fallen. Das ist das beste Kennzeichnen für bodenreife Afterraupen.

Neben diesen allgemeinen Beobachtungen über das Verhalten der Raupen wurden noch genaue Messungen über die Nahrungsaufnahme und die Kotabscheidung[2]) durchgeführt.

Von zwei Tieren, einem starken und einem schwachen Fresser, zeigt eine Tabelle (Tabelle 1) die Menge des täglichen Fraßes. Die Länge der täglich gefressenen Nadellänge ist in Millimeter angeführt. Die Messungen wurden früh und abends vorgenommen. In der 19tägigen Fraßzeit benötigt die starkfressende Afterraupe 4887 mm Nadellänge; das ent-

[1]) Ich verweise auf die folgenden Abbildungen der Kiefernkronen mit verschiedenen Fraßformen.

[2]) Die Kotmessung diente nur zur Kontrolle und wird nicht weiter berücksichtigt.

Tabelle 1
Messung der Futtermenge (Laboratoriumsversuch)

Nr. der Messung	Tier A (Abb. 10, Kurve ausgezogen) Fraß in mm Nadellänge	Tier A Tag der Messung und Häutung	Tier B (Abb. 10, Kurve gestrichelt) Fraß in mm Nadellänge	Tier B Tag der Messung und Häutung
1	3,2	23. VI. abends	1,8	14. VI. abends
2	5,6		4,3	
3	6,4		7,6	
4	8,1		10,9	
5	7,0	1. Häutung, 25. VI. abends	5,9	1. Häutung, 16. VI. abends
6	6,9		6,8	
7	9,7		12,9	
8	10,6		15,7	
9	11,9		14,2	
10	10,1	2. Häutung, 28. VI. früh	4,7	2. Häutung, 19. VI. früh
11	21,4		18,6	
12	22,9		28,4	
13	24,8		25,4	
14	29,8		16,2	
15	30,0		11,9	3. Häutung, 21. VI. abends
16	23,6		16,2	
17	19,6	3. Häutung, 1. VII. abends	13,4	
18	39,8		24,1	
19	98,6		38,6	
20	77,5		28,3	4. Häutung, 24. VI. früh
21	76,5		47,4	
22	68,2	4. Häutung, 4. VII. früh	55,7	
23	141,5		66,7	
24	146,9		10,1	26. VI. früh, Übergang zum Fraß alter Nadeln
25	179,2		71,9	
26	276,6		84,3	
27	90,9	6. VII. abends, Übergang zum Fraß alter Nadeln	73,3	
28	324,0		66,8	5. Häutung, 28. VI. früh
29	106,0	5. Häutung, 7. VII. abends	68,4	
30	341,1		165,4	
31	368,0		164,3	
32	380,0		174,3	
33	365,0		201,0	
34	381,1		281,1	
35	371,2		337,0	
36	359,8		351,9	
37	321,5		314,3	
38	122,1	12. VII. früh	254,3	3. VII. früh
Summe	4887,2	100,0%	3094,7	100,0%
Davon Maitriebe	1447,4	29,6%	485,8	15,6%
Alte Nadeln	3439,8	70,3%	2608,9	84,3%

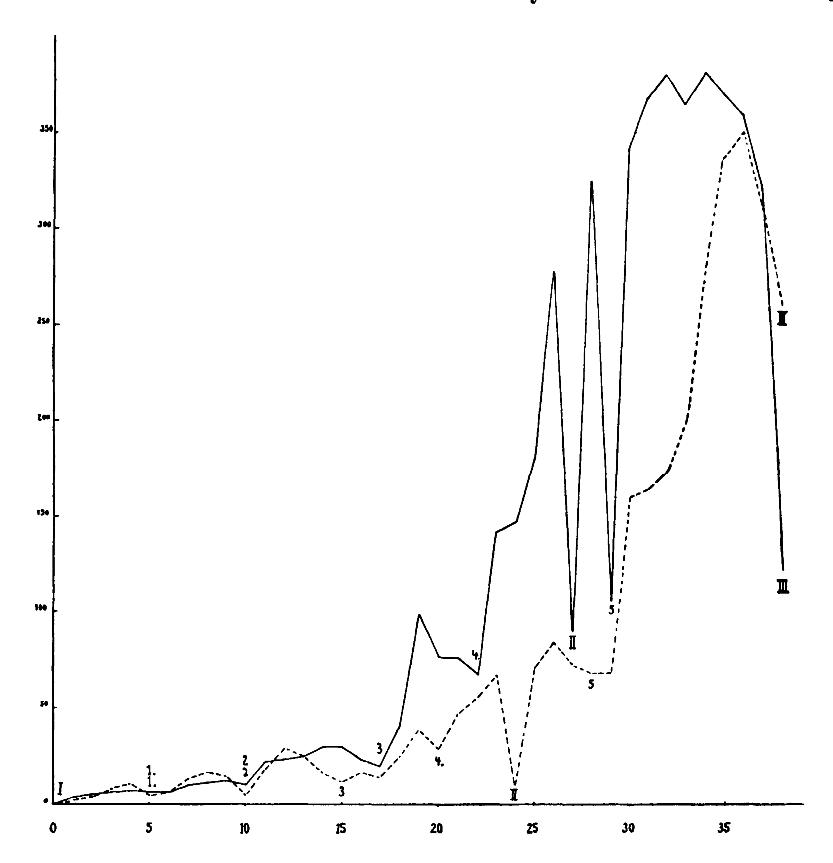


Abb. 10. Darstellung der Fraßintensität. Ordinate: Gefressene Nadellänge in Millimeter. Abszisse: Zeit der Früh- oder Abendmessung. Die arabischen Ziffern bei den Kurven bedeuten die Häutung der Afterraupe. Von den römischen Zahlen bedeutet I den Entwicklungsbeginn, II das Minimum des Fraßes während des Überganges vom Maitriebfraß zu dem vorjährigen Nadeln und III die Abspinnreife. Näheres auch Tabelle 1

spricht rund 61 Kurztrieben von *Pinus silvestris*. Der weitaus größere Teil dieses Fraßes entfällt auf vorjährige Nadeln. Bei der schwächeren Afterraupe geht der Fraß recht ähnlich vor sich; sie benötigt nur rund 41 Kurztriebe.

Von den übrigen 6 in gleicher Weise untersuchten Tieren bewegten sich die Fraßmengen zwischen 4268 und 3058 mm. Man sah somit, daß die angegebenen Einzelmessungen des schwachfressenden Tieres sich mehr dem Durchschnitt näherten.

Die bildliche Darstellung des Fraßes (Abb. 10) veranschaulicht das langsame Ansteigen der Fraßtätigkeit bis zur 4. Häutung. Nach dieser beginnt ein starker Anstieg bis zur Abspinnreife. Vor jeder Häutung sinkt naturgemäß die Fraßintensität, ebenso beim Übergang vom Maitriebfraß zum Fraß vorjähriger Nadeln. Letzteres ist darauf zurückzuführen, daß das Tier viel Zeit zum Aufsuchen der alten Nadeln benötigt und außerdem das Gespinst bis zur neuen Fraßstelle erweitern muß.

Im Hinblick auf die Bekämpfung der Raupe erscheint es wertvoll, näher auf die Gespinstbildung einzugehen. Am Maitrieb bildet die Raupe ein lockeres Gespinst, das ihr gerade genügt, um sich festzuhalten. An den zum Fraß ausgesuchten Nadeln werden einzelne Fäden angebracht, die Nadeln nahe der Basis durchschnitten und in das Gespinst hereingezogen.

In der Zeit vor dem Übergang zum Fraß alter Nadeln hat sich die Raupe längs des Zweiges eine locker gesponnene Röhre gebaut, wie auch Scheidter kurz anführt; beim Übergang zum Fraß alter Nadeln aber spinnt sie eine Röhre, die nur wenig breiter ist als sie selbst. In diese Röhre zieht sie die geschnittenen Nadeln herein und verzehrt sie. Diese Röhre kann sich auch in geringem Abstand parallel zum Zweig hinziehen. Das Gespinst ist so dicht, daß man die Farbzeichnung der Raupe nicht mehr erkennen kann. Zwei bis drei Tage nach der 5. Häutung verdichtet die Raupe das Gespinst merklich, so daß man sie in der Wohnröhre schwer erkennen kann. Wenn das Tier von weiterher Nadeln zum Fraß heranholen muß, so entstehen Wohnröhren gelegentlich bis zu 6 cm Länge.

Äußerlich kann man keine Afterraupe als boden- oder abspinnreif erkennen. Nach dem Abspinnen, besser Abfallen, laufen sie unverfärbt kurze Zeit auf der Erde umher. Erst nach ihrem Eindringen in die Erde beginnt die Verfärbung, wobei die schokoladenbraune Zeichnung des Körpers sich rötet, schließlich verblaßt und gelb wird. Diese Verfärbung ist unabhängig vom Licht. Hindert man die Afterraupen am Einkriechen in die Erde, so verfärben sie sich ebenfalls und haben das gleiche Aussehen wie die Larven im Boden, d. h. sie sind gelblich ohne jede Zeichnung und der Kopf ist gelbbraun.

B. Beobachtungen im Freiland. Beschreibungen des Fraßes im Verlaufe früherer *Lyda*-Kalamitäten fehlen meines Wissens im Schrifttum, wie auch bei der geschichtlichen Zusammenstellung des Befalles in unserem Gebiet keine genauen Angaben zu ermitteln waren. Es fehlte eine Darstellung der im Freiland erkennbaren Fraßschäden.

1. Fraßzeit. Ein merklicher Fraß im Jahre 1940 konnte in der Zeit vom 14.—22. Juni beobachtet werden. Die ersten Räupchen schlüpften vereinzelt schon am 11. Juni in einem schwach befallenen Stangengehölz, das auf einem sandigen Höhenrücken der Abteilung 42 des Tyssaer Reviers stockt. Am spätesten, und zwar zwischen 15. und 16. Juni setzte der Fraß in den feuchten, schattigen Seitentälern der Eiländer Gegend ein und dort wurden noch einige Nachzügler am 26. Juni frisch geschlüpft angetroffen.

Wo von den Tieren noch eine ausreichende Nadelmenge angetroffen wurde, verlief der Fraß in der beim Laboratoriumsversuch beschriebenen Form. Auch überschritten die Tiere die Fraßzeit von 20 Tagen nur selten, wie sich aus einer größeren Zahl von Freilandbeobachtungen und Versuchen an den mit Organtin umspannten Zweigen ergab. Bei vielen

dieser mit Organtin umspannten Zweigen war ein geringer Zuwachs vorhanden und außerdem von früherem Fraß wenig Nadeln. Das mußte zu einem Futtermangel führen.

Nahezu kahl gefressene Bäume beherbergen nur wenige Raupen und an deren Zweigen sieht man sie suchend sich entlang bewegen. Zu gleicher Zeit ist auf den nächsten noch weniger geschädigten Kiefern der Fraß voll im Gange. Diese Tiere haben nach Kotgröße und Körpermaß die durchschnittliche Größe abspinnreifer Tiere noch nicht erreicht, so daß man an den nahrungsarmen Kiefern ein vorzeitiges Abfallen der Raupen als sehr wahrscheinlich annehmen kann.

2. Die Fraßform oder Beschädigungsgrad. Während der Fraß des Jahres 1940 in den sächsischen Staatsforsten schwach zu bezeichnen war und sich nur über ein kleineres Gebiet erstreckte, waren die Abteilungen 13 und 15 des Tyssaer Revieres das Hauptfraßgebiet dieses Jahres. Die Abteilung 15 wurde im Jahre 1931 erstmals befallen; der heuer 35jährige Bestand setzt sich größtenteils aus Legföhre zusammen (mündl. Mitteilung der Forstverwaltung). Auch hier waren die Bäume recht unterschiedlich befallen, ohne daß man aber eine der Kiefernarten bevorzugt geschädigt ansprechen konnte.

Für die genaue Kenntnis der praktisch wichtigen allgemeinen Fraßschädigung ist die eingehende Bearbeitung der meßbaren Schäden notwendig. Zunächst wurde versucht, das Ausmaß des Maitriebfraßes zu ermitteln. 5 Probebäume wurden untersucht und die Ergebnisse in der Tabelle 2 festgehalten.

Die 5 Bäume waren so gewählt worden, daß zwar schwach und stark befallene Baumkronen untersucht, aber Extreme vermieden wurden. In der Entwicklung schienen alle Bäume mehr oder weniger gleich und unterschieden sich nur durch die Fraßbeschädigungen. Die Bäume können bei den Befallsunterschieden als die häufigste Art der in diesem Bestande beschädigten Bäume angesehen werden.

Der Tabelle ist das Verhältnis von beschädigten zu den unbeschädigten Maitrieben zu entnehmen. Um Fehler bei der Auswahl möglichst auszuschalten, wurde je ein Ast aus sämtlichen übereinander liegenden Wirteln des Baumes von unten nach oben untersucht. Bei den einzelnen Bäumen wurde auch die Wahl der Richtung dieser Äste gewechselt, so daß Äste aus dem ganzen Kronenbereich und aus jeder Himmelsrichtung gleichmäßig erfaßt wurden. Die durchschnittliche Anzahl der Äste im Wirtel betrug 5; die Gesamtzahl der Maitriebe an den Probeästen verfünffacht ergab die annähernde Anzahl unbeschädigter und beschädigter Maitriebe am Baum. Auf Grund der errechneten Hundertsätze überwiegen bei dem schwächstbefallenen Baum noch die unbeschädigten Maitriebe, während sie beim stärkst befallenen nur mehr etwas über 10% ausmachen. Der Durchschnitt bei den 5 Probebäumen liegt bei 76% befressenen und 24% unbeschädigten Maitrieben.

Tabelle 2

Ausmaß des Maitriebfraßes an fünf Kiefern

Einbringung der Maitriebe: 21. August 1940. Abteilung 15 im Revier Tyssa. Erster Fraß in dieser Abteilung 1931. Bodenbesatzdichte im Frühjahr 1940: 231 bis 476 Larven je 1 qm.

Bestand: ***Pinus montana*** gemischt mit Weißkiefer. Bestandesalter: 35 Jahre. Durchschnittliche Höhe der untersuchten Bäume: 6,30—7,50 m.

Befressener Maitrieb: befr., unbeschädigter Maitrieb: unbesch.

Stammwirtel	Baum 1		Baum 2		Baum 3		Baum 4		Baum 5	
	Zahl der Maitriebe eines Probeastes aus dem Wirtel									
Nr. (Basis ⟶ Spitze)	befr.	unbesch.	befr.	unbesch.	befr.	unbesch.	befr.	unbesch.	befr.	unbesch.
19					0	1				
18			0	1	0	3	0	1		
17	0	1	1	2	0	9	0	3	0	1
16	1	2	1	8	11	0	0	6	0	3
15	1	8	15	2	12	1	10	2	2	3
14	20	2	26	2	22	3	26	3	11	1
13	39	0	27	4	121	17	48	8	31	4
12	29	3	82	12	84	2	57	2	59	6
11	47	11	65	20	137	6	42	1	22	1
10	47	42	93	54	18	6	59	6	57	5
9	55	74	12	20	109	17	63	2	61	2
8	3	35	74	24	76	49	58	6	52	0
7	1	51	36	12	0	0	31	14	105	6
6	1	27	0	3	0	0	0	0	33	25
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Summe × 5	1220	1295	2160	820	2950	570	1970	270	2165	285
In Prozent	48,5	51,4	72,4	27,5	83,8	16,1	87,9	12,0	88,3	11,6

Die Tabellen 3 und 4 enthalten die Untersuchung über die Beschädigungsgröße der einzelnen Maitriebe, und zwar die Tabelle 3 von Kiefern aus einer Abteilung mit geringer Wüchsigkeit (durchschnittliche Maitrieblänge 3,86 cm), während die Maitriebe der Tabelle 4 von einem Baum mit besserer Wüchsigkeit stammt (durchschnittliche Maitrieblänge 4,0 cm). Für die Messungen wurden nicht die Kurztriebe, sondern die einzelnen Nadeln verwendet. Beide Tabellen zeigen übereinstimmend einen starken Nadelverlust im 1., das ist unteren (basalen) Drittel des Maitriebes, einen mittelmäßigen im 2. oder mittleren Drittel und einen geringen Verlust im Spitzendrittel. Durch diese Fraßeigenart bleiben dem Maitrieb bei genügender Länge die äußersten Nadeln erhalten, das zu der Büschelbildung führt. Die Nadelmenge, die im Fraß-

Tabelle 3

Messung der Fraßschäden an den Maitrieben einer schwach wüchsigen Kiefer. Revier Tyssa, Abt. 15. Am 21. August 1940

Arbeitsmethode: Bei der Untersuchung wurden nur befressene Maitriebe berücksichtigt. Eine Auswahl der Triebe fand nicht statt. Schwach beschädigte Nadeln wurden unter „unbeschädigt“ mitgezählt. Nachgewachsene Nadelreste von 2—4 mm Länge wurden in dieser Aufstellung nicht berücksichtigt. Näheres im Text.

Nr.	Länge des Maitriebes in cm	Zahl der Maitriebnadeln					
		im 1. Drittel		im 2. Drittel		im 3. Drittel	
		unbesch.	gefr.	unbesch.	gefr.	unbesch.	gefr.
1	3,2	3	9	8	10	9	7
2	3,0	4	17	4	12	10	6
3	2,7	9	13	6	8	24	4
4	6,1	6	16	24	8	39	5
5	3,7	0	16	8	6	23	1
6	2,6	2	10	16	0	16	0
7	3,0	0	10	2	8	4	10
8	7,4	9	21	15	14	36	4
9	4,0	8	12	6	8	15	11
10	3,0	8	8	17	3	26	1
11	4.4	6	12	16	6	32	0
12	5,2	3	17	11	13	13	11
13	6,2	13	11	0	26	32	16
14	2,8	4	8	6	12	15	7
15	3,5	2	22	11	11	24	4
16	5,0	6	28	6	26	33	9
17	2,0	0	14	0	14	12	6
18	1,5	6	8	7	8	7	7
19	4,1	1	19	4	20	6	18
20	0,9	0	4	2	6	3	5
21	5.5	4	26	22	16	42	1
22	4,1	6	16	8	12	22	0
23	3,1	6	16	20	0	26	0
24	3,4	6	16	4	22	27	5
25	2,2	2	12	2	10	10	10
26	4,5	0	10	8	10	18	4
27	7,5	5	25	28	10	42	4
28	2,9	0	10	5	6	6	12
29	2,2	4	10	10	6	8	8
30	6,1	0	36	16	14	28	10
	Summe	123	452	292	325	608	186
	In Prozent	21,4	78,6	47,3	52,7	76,6	23,4

jahr 1939 erhalten blieb, wurde 1940 beim Fraß alter, vorjähriger Nadeln völlig aufgebraucht, so daß bei stärker befallenen Bäumen wiederum nur der Spitzentrieb mit wenigen restlichen Nadeln überwintert.

Die Maitriebe der Tabelle 4 sind gegenüber Tabelle 3 durchschnittlich etwas länger und tragen kräftigere Nadeln. Bei einem Vergleich der ent-

sprechenden Messungen beider Tabellen ergibt sich hinsichtlich des Ausmaßes der Beschädigung, daß bei der wüchsigeren Kiefer (Tabelle 4) verhältnismäßig geringere Fraßschäden vorhanden sind. Dies wird im oberen Drittel des Maitriebes kenntlich. Im kommenden Jahr stehen der wüchsigeren Kiefer mehr Assimilationsorgane zur Verfügung als einem schwachen Baum. Das Wettrennen zwischen dem *Lyda*-Fraß, das ist Vernichtung lebensnotwendiger Organe und Wachstum wird bei gut wüchsigen Bäumen verlängert und trägt zur Verschleierung der Gefahr einer *Lyda*-Kalamität bei.

Tabelle 4

Messung der Fraßschäden an den Maitrieben einer gut wüchsigen Kiefer. 21. August 1940 (Erläuterung siehe Tabelle 3)

Nr.	Länge des Maitriebes in cm	Zahl der Maitriebnadeln					
		im 1. Drittel		im 2. Drittel		im 3. Drittel	
		unbesch.	gefr.	unbesch.	gefr.	unbesch.	gefr.
1	6.0	8	18	20	2	36	0
2	1,3	0	2	2	4	0	8
3	12,3	22	22	55	3	92	0
4	1,4	0	6	2	8	4	6
5	2,6	0	12	2	15	14	8
6	1,6	0	10	6	6	14	0
7	4,7	1	19	1	17	4	32
8	1,0	0	6	0	8	0	10
9	6,0	0	15	4	22	36	0
10	1,3	0	2	0	4	4	4
11	4,6	0	26	16	9	38	2
12	6,6	0	24	14	8	43	1
13	5,5	6	12	12	16	46	0
14	3,0	0	12	4	16	12	6
15	5,3	0	13	15	15	36	2
16	4,0	6	16	5	11	2	16
17	4,0	2	18	11	15	8	18
18	3,0	6	14	12	10	26	0
19	0,9	0	4	2	6	6	4
20	2,0	2	12	6	6	12	2
21	7,1	0	36	10	28	36	10
22	10,3	24	38	28	28	62	0
23	6,2	10	32	20	18	46	2
24	3,5	4	18	4	16	18	0
25	4,0	12	22	26	8	44	0
26	3,6	8	16	14	8	28	0
27	1,9	0	6	0	10	11	1
28	8,1	10	26	18	18	45	3
29	4,7	4	16	6	16	12	14
30	10,6	24	28	42	10	48	4
	Summe	149	501	357	361	783	153
	In Prozent	22,9	77,1	49.7	50,3	83,7	16,3

Weitere Untersuchungen über den Freilandfraß, nämlich über das Aussehen der geschädigten Kiefern, wurden in der stark befressenen Abteilung 13 vorgenommen. Dieser Waldteil liegt überwiegend auf einer gegen Nordost abfallenden Lehne und ist mit einem 50jährigen Weißkiefernbestand bestockt. Dieser wurde 1931 erstmalig von *Lyda* befallen. In den tieferen Lagen waren einzelne Bäume vollkommen kahl gefressen und die Mehrzahl der Kiefern trugen nunmehr einen spärlichen Rest an Nadeln. Die niedrigeren Kiefern in höherer Lage hatten weit weniger unter dem *Lyda*-Fraß zu leiden als die am Fuße der Berglehne. Vollkommene Entnadelung trat nur ausnahmsweise auf. Je nach dem Grade des Befalls entstanden bestimmte Fraßformen oder Beschädigungsgrade, die bei der hierortigen spitzkronigen Wuchsform der Kiefer gut merkbar wurden. Aus der Vielfalt der Schädigungen konnten 4 Hauptformen herausgestellt werden:



Abb. 11 a. Kiefern im Stangenholzalter. Fraßform II. Revier Tyssa. Abt. 13 oben am Hang der Berglehne. 20. September 1940. Man erkennt besonders die verkrüppelten Wipfel infolge des *Lyda*-Fraßes

1. Schwächst befallene Bäume zeigen gelichtete Wipfel und einige beschädigte Maitriebe an den Astspitzen bei den obersten Astwirteln. Diese Fraßschäden seien als Fraßform I oder Beschädigungsgrad I bezeichnet.

2. Bei stärkerem Befall wird der Wipfel fast zur Gänze entnadelt und stirbt öfters ab. Die Äste lichten sich von außen nach innen zu, so daß das Nadelwerk im Innern der Krone am längsten erhalten bleibt. Solche Bäume werden als Fraßform II bezeichnet. Die Abb. 11 vergegenwärtigen diese Beschädigungsgrade bei Kiefern verschiedenen Alters. Solche



Abb. 11b. Kiefern im guten Stangenholzalter im Zustand der Fraßform II. Der Fraß an der Peripherie der Baumkrone ist etwas vorgeschritten und das Kroneninnere beginnt sich zu lichten. Unterer Teil in der Abt. 13 des Reviers Tyssa. 20. September 1910

Bäume zeigen schmale Wipfel, das heißt die oberen 5—10 Wirtel waren verhältnismäßig kurzzweigig.

Die Tabelle 5 veranschaulicht das Ausmaß der Beschädigung einer Kiefer im Stangenholzalter. Der Höchstwert in der Zahl der befressenen Maitriebe zeigt sich in der Wipfelregion und der geringste Satz in der Mitte der Krone. Dieses Ergebnis bestätigt die Kennzeichnung der äußeren Form der Kiefernkrone mit den peripheren Fraßschäden. In gleicher Weise verlaufen die Fraßschäden gemessen an den einzelnen Nadeln der Maitriebe. Dieses Ergebnis widerspricht jedoch der Angabe von SCHEIDTER (Flugblatt), daß der Fraß der *Lyda* von unten nach oben ziehe. Es kann wohl gelegentlich vorkommen, daß die unteren Zweige einer Kiefer zuerst befallen werden, aber für die Entwicklung des Fraßbildes erscheint dies belanglos und der Hauptfraß findet im oberen Teil der Krone statt. Außerdem kann man bei der Schadensbeurteilung leicht dadurch getäuscht werden, weil die unteren Zweige meist schon lebensschwach sind und wenig Benadelung besitzen und so ein geringer Fraß bereits weitreichende Schäden verursacht. Außerdem spielt sich das Leben der Imagines bevorzugt in dem sonnigsten Teil der Kiefer ab.

Bezeichnend für diese Fraßform ist das Austreiben von schlafenden Augen in den unteren Zweigen der Krone, ein Zeichen für den physiologischen Schwächezustand des Baumes. Physiologisch bemerkenswert ist, daß die Zahl dieser austreibenden Knospen parallel mit der abgestorbener Maitriebe geht und zwischen beiden läßt sich ein ursächlicher Zusammenhang annehmen.

3. Bei sehr starkem Befall durch *Lyda* ist der Wipfel stets bis auf ein Büschel Nadeln des am kräftigsten wachsenden Spitzentriebes vernichtet. Wird der Gipfeltrieb vernichtet, so werden umso leichter die meist schwächeren Ersatzgipfel kahl gefressen und sterben ab. Die Benadelung im Innern der Krone ist ebenfalls gelichtet, so daß der Baum gleichmäßig stark entnadelt erscheint (Abb. 12). Die in diesem Stadium 1939 stark



Abb. 11c Abb. 11d

Abb. 11c. Kiefer während der Fraßbeschädigung oder Fraßform II. Man erkennt die Fraßschäden an der Peripherie und die Büschelbildung besonders am Gipfeltrieb s[illegible]e, noch unbeschädigte Kroneninnere. Auch zu beiden Seiten am Rande des Bildes stehen stark beschädigte Kiefern. Baumhöhe: 9 m. Unterer Teil der Abt. 13 des Reviers Tys[illegible] 20. September 1940

Abb. 11d. Kiefern im Zustand der Fraßform II. Abt. 36 des Reviers Tyssa. September 1940. Baumhöhe: 28 m. Alter: rund 120 Jahre. An den vereinzelt stehenden Ästen verhält sich die *Lyda* in ihrem Fraß recht ähnlich wie an der geschlossenen Krone

Tabelle 5

Das Ausmaß der Maitriebschädigung bei einer schwach befallenen Kiefer (Fraßform II)

Die vorjährigen Nadeln wurden hier nicht gemessen, aber eine Schätzung ergab, daß ein Nadelrest von durchschnittlich 20—30 Nadeln (nicht Kurztriebe!) je Ast vorhanden war. Abteilung 13. Revier Tyssa. 8. September 1940. Baumhöhe rund 8 m

Nr. des Astes	Ast aus dem Wirtel[1]	Asthöhe über dem Boden in m	Länge des Astes in m	Zahl der Maitriebe am Probeast: unbesch.	Zahl der Maitriebe am Probeast: befr.	Hundertsatz der befressen. Maitriebe	Durchschnittliche Fraßbeschädigung an den Maitriebnadeln[4]: im unteren Drittel des Maitriebes: unbesch.	im unteren Drittel: befr.	im mittler. Drittel des Maitriebes: unbesch.	im mittler. Drittel: befr.	Im Spitzendrittel des Maitriebes: unbesch.	Im Spitzendrittel: befr.	Zahl der abgestorben. Maitriebe	Zahl der ausgetrieb. schlafenden Augen
1	15	2,68	2,32	126	83	39,7	30	149	58	132	122	83	9	13
2[2])	16	2,98	1,49	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3[3])	17	3,26	1,91	13	41	75,9	7	93	16	73	35	62	3	3
4	18	3,51	1,56	76	47	38.2	54	152	95	108	140	82	13	20
5	19	3,80	1.70	24	51	68.0	27	159	71	115	134	74	8	16
6	20	4,17	1.84	51	88	63,3	34	180	94	108	170	46	21	32
7	21	4,54	1,83	80	35	30.4	32	173	72	138	136	104	3	8
8	22	4.96	1,42	26	47	64,4	36	136	82	110	162	68	4	7
9	23	5,32	1,53	18	53	74,6	38	185	116	95	196	72	6	9
10	24	5,63	1,25	29	24	45,2	42	168	107	117	188	66	3	7
11	25	5.91	1,56	29	48	62,3	66	226	118	184	195	153	2	2
12	26	6,22	1,14	12	76	86.4	43	195	99	139	154	128	1	3
13	27	6,61	0,89	10	54	84,4	36	188	114	158	195	87	1	1
14	28	7,04	0,87	15	37	71,2	69	229	157	143	252	82	0	0
15	29	7,32	0,86	2	48	96.0	51	283	206	176	280	146	1	3
16	30	7,54	0,58	0	27	100,0	14	300	98	228	174	168	1	1
17	31	7,70	0,27	0	9	100,0	19	207	43	207	91	159	0	0
18	32	7,76	0,28	0	8	100,0	15	197	39	183	61	179	0	0
19	33	8,00	0,29	0	5	100,0	13	239	100	168	138	134	0	0
Summe	—	—	—	—	—	—	626	3459	1685	2582	2823	1893	76	125
in %	—	—	—	—	—	—	15.3	84,7	39.4	60.6	59,9	40,1		
							4.8	26,5	12,9	19.8	21.6	14,5		

[1]) Die Wirtel sind von unten nach oben gezählt; vgl. Asthöhe. Die ersten 14 Wirtel sind vertrocknet. — [2]) Dürrer Ast. — [3]) Unterdrückter Ast. — [4]) Durchschnittswerte aus je 10 Einzelmessungen.



Abb. 12a



Abb. 12b

Abb. 12a. Kiefer in der Zeit des Stangenholzalters. Fraßform II—III. Die jungen Kiefern sieht man so gut wie nicht befressen. Oberer Teil der Abt. 13. Revier Tyssa. September 1940

Abb. 12b. Kiefern im Zustand des Beschädigungsgrades II—III. Abt. 12. Revier Tyssa. September 1910. Man sieht von links nach rechts Fraßform III, dann III—IV und Fraßform II. Baumhöhe: annähernd 15 m, Alter: 50 Jahre

befressenen, zumeist ganz entnadelten Maitriebe, trieben heuer nicht mehr aus, so daß die Zahl der abgestorbenen Maitriebe sehr groß ist. Diese weitgehende Schädigung, die durch das Lichtwerden der Krone auffällig wird, bezeichnen wir als Fraßform III.

Die Untersuchung eines Baumes (Tabelle 6) in dem Befallsstadium III zeigt alle Maitriebe befressen, wodurch das Lichtwerden der Krone erklärlich wird. Noch mehr als in vorangehender Fraßform sind die Maitriebe selbst befressen, wie ein Vergleich der Hundertsätze erkennen läßt. Die Ursache, daß das Fraßausmaß an Maitrieben größer ist als bei Fraßform II, dürfte in dem Zurückgehen der Wachstumsintensität liegen. Am besten jedoch wird das Lichtwerden der Krone durch die große Zahl ab-



Abb. 12c. Kiefern während der Fraßform III (bis IV). Die Krone ist gleichmäßig gelichtet. Baumhöhe 7 m. Abt. 13. Revier Tyssa. September 1940

gestorbener Maitriebe erklärt. Diese waren wahrscheinlich vor 1 oder 2 Jahren kahl gefressen worden. Dieses Stadium der Schädigung der Krone wird als „Lichtfraß" bezeichnet.

Schlafende Augen waren ebenfalls infolge des weit vorgeschrittenen Fraßes ausgetrieben. Damit wird ersichtlich, daß der Schwächezustand des Baumes andauert und der Baum sich für den weitgehenden Nadelblattverlust noch einen Ersatz zu schaffen sucht.

4. Bei fortdauerndem Fraß an den vorangehend geschilderten Bäumen kommt es zu dem sogenannten Kahlfraß (das ist nahezu vollständige Entnadelung). Dadurch stirbt der größte Teil der Krone ab. An vereinzelten, noch lebenden Zweigen kommt es immer noch zum Austrieb schlafender Augen, die aber bei ihrer geringen Zahl für die Wiederbegrünung ohne Bedeutung bleiben. Diesen Zustand nennen wir Kahlfraß oder Fraßform IV. Die Abb. 1 und 13 gibt den trostlosen Eindruck solcher Bäume wieder.

Den Endzustand der Schädigung erreichen die Kiefern meist nicht durch die *Lyda*, sondern durch die eigene, jahrelange Schwächung. Sie verlieren die letzten Nadeln und werden vollständig kahl (vgl. Abb. 1).

Nach dem Schadbild ließen sich aus den vielen Stufen der Beschädigungen diese 4 Hauptformen herausfinden. Mit Hilfe dieser kann der Bestand des Waldes beurteilt werden. Zum Beispiel setzt sich der Jagen 13[1]) vornehmlich aus Bäumen der Fraßform II und III zusammen, wie durch einige Probezählungen von je 100 Bäumen ermittelt wurde. Dabei

[1]) Ein Teil dieser Abteilung ist in Abbildung 2 wiedergegeben.

waren Bäume von Fraßform I zu 6%, von Fraßform II zu 48%, von Fraßform III zu 37% und von Fraßform IV zu 9% vertreten. Solche 1940 gänzlich kahl gefressenen Bäume zeigen im September des gleichen Jahres eine geringe Wiederbegrünung dadurch, daß die Nadelreste zum Teil einige Millimeter nachwuchsen und manche schlafende Augen austrieben. Bäume dieser Fraßform beobachtet man in Stangenholz- und Altbeständen.

Es wäre nun zu ermitteln, wieso es zu den besonderen Fraßformen kommt. Die naheliegendste Erklärung ist die, daß die Eiablage an den sonnigsten und luftigsten Teilen erfolgt. So kommt es zu den Schäden an Wipfel und Peripherie der Krone. Erst wenn diese Stellen stark geschädigt sind und wenig Futter bieten, beginnt der Fraß auch im Innern der Krone, zu dem die Raupen vielfach durch Herablassen an kurzen Fäden gelangen.

3. Die Larve (Bodenlarve)

Im August wird der Raupenfraß immer geringer, denn die letzten Raupen lassen sich zur Erde fallen. Ein Abspinnen wurde nicht beobachtet, doch möchte die Beobachtung von Altum (1899) nicht unerwähnt sein, daß die Afterraupen sich an einem kaum 1 m langen Faden herablassen und dann zu Boden fallen. Nach einigen Minuten haben sie sich in den lockeren Boden verkrochen. Im Boden geht die Verfärbung so vor sich, daß die braunrote Färbung zuerst fleischfarben wird und schließlich gelb; es verschwindet jegliche Farbzeichnung und sie erscheinen gelb so wie später die Bodenlarven.

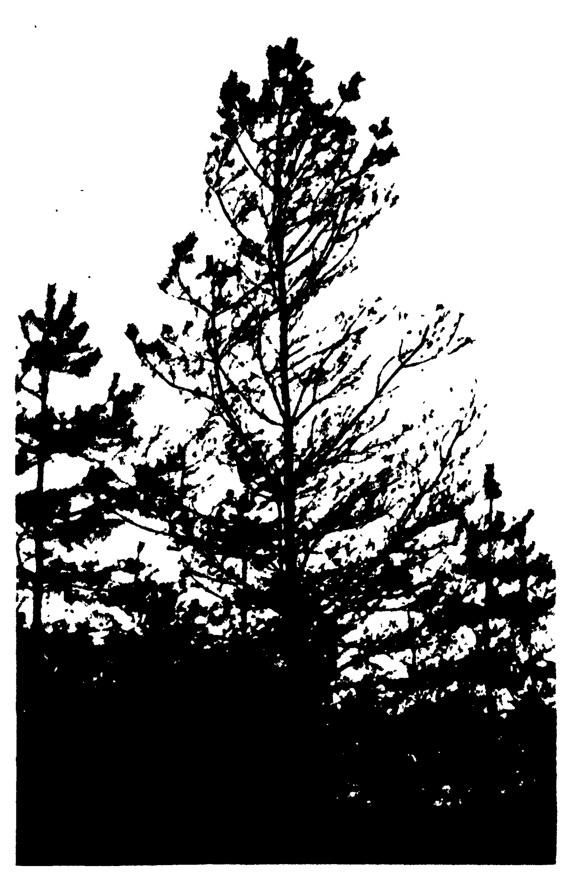


Abb. 12d. Kiefer während der Fraßform III mit ausgeprägter Büschelbildung im oberen Teil der Krone. Rechts und links von ihr sehr schwach befallene Kiefern. Abt. 10. Revier Tyssa. Stangenholzalter. 1940

1. Die Lage der Larve im Boden

Wenn sich die Afterraupen in dem Boden zur

Tabelle 6

Das Ausmaß der Maitriebschädigung und auch der Schäden an vorjährigen Zweigstücken bei einer stark befallenen Kiefer (Fraßform III)

18. September 1940. Abteilung 13. Baumhöhe 10,61 m. Nach Fällung: 39 Jahrringe.

Probeast Nr.	Probeast aus Wirtel	Höhe über dem Boden in m	Länge des Astes in m	Zahl der Äste im Wirtel	Zahl der Maitriebe a. Probeast: unbesch.	Zahl der Maitriebe a. Probeast: befr.	Durchschnittliche Fraßbeschädigung an den Maitriebnadeln[2]: im unteren Drittel des Maitriebes: unbesch.	im unteren Drittel: befr.	im mittl. Drittel des Maitriebes: unbesch.	im mittl. Drittel: befr.	im Spitzendrittel des Maitriebes: unbesch.	im Spitzendrittel: befr.	Anzahl der abgest. Maitriebe	Zahl d. ausgetr. schlaf. Maitriebe	Anzahl d. restl. vorjähr. Nadel (Kurztriebe)	Bemerkung
1	5[1]	7,05	2,00	4	0	63	25	221	62	171	150	104	249	0	0	Astspitze tot
2	6	7,55	1.80	4	0	224	15	227	42	180	86	175	263	0	13	
3	7	8.13	1,50	5	0	368	6	189	16	172	46	184	121	13	8	
4	8	8,63	1,55	5	0	231	5	166	33	142	78	119	96	16	0	
5	9	9,14	1.30	6	0	155	8	210	37	177	70	164	46	11	0	
6	10	9,54	0,90	4	0	96	10	172	35	145	103	92	21	12	2	Astspitze tot
7	11	9,89	0,70	4	0	78	15	210	40	180	98	157	7	13	0	" "
8	12	10,08	0,67	3	0	65	10	228	23	205	28	222	8	10	2	" "
9	13	10,22	0,69	3	0	1	0	12	0	14	0	14	4	0	0	" "
10a	14	10,37	0,71	4	0	15	0	140	2	146	6	164	5	3	0	
10b	14	10,37	—	—	0	19	0	124	2	136	3	151	12	4	0	Ersatzgipfel
11	15	10,42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	abgestorbener alter Gipfel
12	16	10,56	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
13	17	10,61	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Summe	—	—	—	—	—	—	94	9189	292	1668	668	1546				
In %	—	—	—	—	—	—	4.7	95,3	14,9	85.1	30,2	69,8				
							1,5	30,8	4,7	27,0	10.8	25,0				

[1]) Die darunterliegenden 4 Wirtel waren vertrocknet.

[2]) Die angeführten Werte sind Durchschnittswerte aus 10 Einzelmessungen.



Abb. 13. Kiefer. Bei Eiland in Abt. 10 über der Wand. Fraßform III—IV. 1940

mehrjährigen Ruhe verkriechen, so häuten sie sich nicht mehr. Es treten nur physiologische Veränderungen ein, die auch im Ausblassen der Färbung kenntlich werden. Es bildet sich eine gelbe Färbung.

Die *Lyda*-Larven sind sowohl im Humus als auch im Sand zu finden. Besonders bevorzugt wird jene Schicht des Humus, das ist in 10—15 cm Tiefe, an die der Sand anschließt und die Larven sind auch in dieser Grenzschicht in 20 cm Tiefe gelegentlich zu finden. In dem darunter liegenden reinen Sand liegen die Larven niemals. Die Larven liegen während des Winters somit im gefrorenen Boden.

Die Larven liegen in ellipsoidischen Erdtönnchen, die sie sich durch wälzende und schnellende Bewegung formen, wie man es in entsprechend großen Küvetten beobachten kann. Die Längsachse liegt waagrecht und mißt entsprechend der Körperlänge der Tiere 0,9—1,8 cm. In diesen Tönnchen liegen die Larven in der Regel auf dem Rücken und sind hinter den Thoraxsegmenten stark abgebogen, wie dies auch bei den rückwärtigen Abdominalsegmenten der Fall ist. Die Larven ähneln den Bildern von der Fichtengespinstblattwespe in den Arbeiten von Parst oder Schwerdtfeger.

In den Tönnchenwandungen ließen sich keine Gespinstfäden nachweisen. Die Sekretion der Spinndrüsen erscheint somit versiegt. Dieses Versiegen dürfte bereits zur Zeit der Abspinnreifung eintreten.

2. Äußere Baueigenheiten der Larve

Die Gestalt wie auch deren Segmentierung ist bekannt. Der Fühler ist fadenförmig und besteht aus 7 Gliedern, die sich gegen die Spitze ver-

jüngen und dunkler werden. Die schlanken, stark chitinisierten Beine bestehen aus 5 Gliedern. Das 4. Glied ist dunkel gefärbt, während der Tarsus spitzig und farblos ist. Der dreigliederige Nachschieber ist schlank und läuft in eine dunkel gefärbte Spitze aus. Über Größe und Gewicht der Larve gibt folgende Tabelle Aufschluß (Tabelle 7).

Tabelle 7

Ergebnis aus 50 Einzelmessungen an Bodenlarven. 10. April 1940

	Minimum	Maximum	Mittelwert
Länge in cm	1,1	2,0	1,56
Frischgewicht in mg	47	166	104,3
Trockengewicht in mg	13	55	33,8
Wassergehalt in %	59,3	75,5	67,4 [1]

An den Larven findet man wie an den Afterraupen noch Stigmen, und zwar insgesamt an jeder Seite 9. Dieses entspricht der Norm bei Blattwespenlarven, denn nach ENSLIN haben die Afterraupen am 1. und am 4.—11. Körpersegment Stigmen.

3. Die Farbe der Larve

Die meisten Larven sind dottergelb und annähernd 3% olivgrün. Diese letzteren färben sich nach einiger Zeit gelb, wie im Kleinversuch beobachtet wurde, oder bleiben grün und ergeben auch grüne Puppen. Die hieraus hervorgehenden Imagines zeigen keine auffälligen Unterschiede. Wir fanden große grüne Puppen, aus denen weibliche Imagines schlüpften. Die Grünfärbung schien dennoch kein Geschlechtsmerkmal zu sein, denn es schlüpfen weibliche Tiere auch aus gelben Larven oder Puppen.

4. Trennung der Larven nach Generationen

Bereits SCHEIDTER (1926, S. 203) erwähnt das Auftreten der Puppenaugen an den Larven und weist darauf hin, daß man dadurch die diesjährig ausschlüpfende Generation erkennen kann. Hier sah man ebenfalls bei einer Anzahl von Larven bereits im Februar (1940) die Puppenaugen durchscheinen. Im weiteren Verlauf der Entwicklung verfärbt sich das leuchtende Gelb dieser zur Verpuppung sich vorbereitenden Tiere in Braungelb. Diese Tiere stellen die Imaginalgeneration 1940 dar. Für die Praxis genügt es, wenn im März die Feststellung der Zahl der im Frühjahr schwärmenden Wespen nach den Puppenaugen vorgenommen werden kann (SCHEIDTER 1916, S. 100).

Wie bereits SCHEIDTER die im kommenden Frühjahr schlupfreife Generation auf Grund morphologischer Merkmale erkannte und das Ausmaß

[1]) Im Februar des gleichen Jahres betrug der Mittelwert 73%.

der zum Schlupf sich vorbereitenden Tiere bestimmen konnte, so versuchte ich eine solche Bestimmung auf direktem Wege.

Die starren, bei 11° C Kälte am 6. Januar 1940[1]) ausgegrabenen und eingebrachten Tiere zeigten im Laboratorium bei Lichtzutritt lebhafte Beweglichkeit. Ein Teil der Larven besaß bereits durchscheinende Augen und diese Larven entwickelten sich innerhalb von 24 Tagen zu Imagines. Es waren 27,7% der eingebrachten Larven. Die Imagines schienen normal geformt. Eine Wiederholung des Versuches mit Material vom 1. Februar 1940 ergab bereits nach 2 Wochen 23,1% gut geformte Imagines. Von beiden Versuchen blieben im Terrarium nur Larven ohne Augen zurück und diese können einer nächstjährigen Imaginalgeneration zugerechnet werden.

Eine Überprüfung dieses Schlupfergebnisses durch Zählung auf Grund fehlender oder vorhandener Puppenaugen an anderen Proben im April[2]) des gleichen Jahres an ungefähr gleicher Stelle im Revier (Jagen 41) ließ ein Schlüpfausmaß vom 26,6—34,1% der bestehenden Bodenreserven erwarten. Es zeigt sich somit, daß ein Schlüpfversuch im Winter mit zu dieser Zeit eingebrachten Larven zu praktisch gleichen Ergebnissen führt wie die Feststellung der Larven mit Puppenaugen.

Untersucht man die Bodenlarven von Januar bis April auf ihre prozentuelle Zusammensetzung[3]) an Larven mit Augen, Puppen und Imagines, so findet man gegen das Frühjahr eine Zunahme der Larven mit Augen und anfangs April 1940 bereits bis 30% Puppen. Im Mai sank die Zahl der Puppen, aber statt dessen traten geschlüpfte Tiere auf (bis 20%).

Bei diesen Prüfungen wurde ebenfalls festgestellt, daß die Entwicklung der Larven von der Lage des Waldstückes abhängig war. Südlehnen waren in der Entwicklung der Bodenfauna gegenüber Nordhängen voraus. In Abteilung 43 (Revier Tyssa), wo der Humus von den Wildschweinen abgedeckt worden war, liegen die Larven seicht im humusführenden Sand und sind in der Entwicklung etwas den übrigen voraus. In ähnlicher Weise beobachtete ALTUM (1899) nach dem Umhacken des Bodens zwecks Bekämpfung der Larven einen um wenige Tage beschleunigten Fluganfang.

4. Die Puppe

Bevor die Bodenlarve sich verpuppt, das in unserem Gebiet wohl meist im 3. Jahr während der letzten Wintermonate vor sich geht, beobachtet man am Kopf das Auftreten sogenannter Puppenaugen (s. auch SCHEIDTER). Über das Aussehen der Puppe verweise ich auf die recht ähn-

[1]) Zu dieser Zeit lag eine 70 cm hohe Schneedecke.

[2]) Der Schnee war größtenteils abgetaut.

[3]) Es wurden 25 Bodenproben untersucht und dabei 50—530 Larven je Quadratmeter gefunden. Bei den Zählungen wurde wegen der großen Unregelmäßigkeit in der Verteilung stets 1/2 qm ausgestochen und durchsucht. Die Höchstzahl von 530 wurde unter einer großen Kiefer ermittelt.

lichen Formen bei *Lyda erythrocephala* (SCHWERDTFEGER). Das Puppenstadium selbst dauert nur wenige Wochen. Nach PARST (1916) währt die Puppenzeit der Fichtengespinstblattwespe 10—14 Tage. Bei *Lyda stellata* spricht ALTUM (1899) von einer 8tägigen Puppenzeit. Eine ähnlich kurze Puppenruhe kann mit Recht auf Grund unserer Beobachtungen bei den Zählungen der Bodenreserven sowie der Versuche in Schalen und Küvetten feststellen. Die Entwicklungsdauer ist von der Temperatur weitgehend abhängig, wie es SCHWERDTFEGER für *Lyda erythrocephala* nachgewiesen hat.

Die freie Puppenform schien gegen Umweltveränderungen äußerst empfindlich zu sein. Es gelang nur in wenigen Fällen, die aus dem Freiland eingebrachten Puppen im Terrarium zum Schlüpfen und zu flugfähigen Imagines aufzuziehen, wohl aber erhielt man aus den im Laboratorium verpuppten Larven gut entwickelte Imagines.

Das durchschnittliche Ausmaß von Länge, Frischgewicht und Wassergehalt frisch eingebrachter Puppen in der Zeit vom 10. und 26. April 1940 betrug: 1,2 cm (0,7—1,6 cm), 73 mg (51—132 mg) und 77% Wassergehalt (72,7—83,0%).

5. Die Lebensweise der Imago

Wenn die Imago meist anfangs Mai geschlüpft ist, so hält sie sich zunächst mehrere Stunden, oft auch Tage noch in der Erde auf. In der feuchten Erde dauert die Härtung des Chitins sichtlich länger als an der trockenen Luft. Gräbt man im Frühjahr nach Bodenlarven, so findet man zumeist geschlüpfte Tiere mit bleichem und ganz weichem Körper. Erst nach einer Härtung des Chitinpanzers beginnen sich die Imagines durch die Erde hindurch zu arbeiten. Wenn sie an die Oberfläche gelangen, so sind sie nicht gleich flugreif, sondern kriechen noch einige Stunden auf der Waldspreu umher. Hier am Boden vollführen sie auch die ersten Flugübungen. Da nun das Schlüpfen der Imagines sich über einige Wochen erstreckt, so kann man zur Hauptflugzeit und Eiablage meist Ende Mai bis Anfang Juni die Imagines am Boden und an den Bäumen beobachten. Je nach der Größe des Bestandes hielten sich die Imagines an den kleinen Kiefern oder an den höheren Bäumen auf, und man sah sie hier immer nur kurze Flüge von Ast zu Ast vollführen oder bei warmer Sonne lebhaft an den Nadeln herumkriechen. Hier vollzog sich auch die Begattung[1]) und die Eiablage. Das Verhalten unserer Imagines ähnelt weitgehend jenem vom *Lyda erythrocephala* (vgl. SCHWERDTFEGER).

Diese Eigenart der *Lyda*, ähnlich der mancher anderer Schädlinge, möglichst nahe an den Zweigen zu bleiben, bei Wind und Regen den Ast sofort anzufliegen, hat auch das den Menschen erwähnte lästige Ver-

[1]) Nach SAJÓ (1898) findet die Begattung nur in direktem Sonnenschein statt.

halten zur Folge. Von Bedeutung aber wird dieses Verhalten bei der Beurteilung der Fraßschäden. Man sieht oft die verschiedenen Beschädigungsgrade an nebeneinander stehenden Bäumen wie auch innerhalb einer Baumkrone. Bei hohen Bäumen mit oftmals recht vereinzelt stehenden Ästen treten sehr unterschiedliche Schäden auf (Abb. 11d).

In hohem Wald fliegen die Imagines teilweise schräg aufwärts, kriechen stückweise am Stamm oder bewegen sich in kurzen Flügen immer höher bis zu den Baumkronen und verbringen hier dann ihr ganzes Leben. Bei Regen und Wind kriechen sie rasch unter die Schuppen der Borke oder in das Nadelwerk. Im hohen Bestand hatte darum Altum (1899) einen sehr guten Erfolg mit Abfangen der Tiere an Leimringen. Die Begattung dürfte allgemein in den ersten Lebenstagen vor sich gehen, denn am 5. Tag findet man im weiblichen Tier eine große Zahl wohl ausgebildeter Eier.

Das Verhältnis von Männchen zu Weibchen wird im Schrifttum während eines Massenvorkommens verschieden angegeben. Sajó (1898) stellte ein Verhältnis von 5 Männchen zu 1 Weibchen fest und Altum (1899) ein solches von 3 : 1 [1]). Auch bei den hierortigen Massenvorkommen fanden wir während der Begattungszeit mehr Männchen als Weibchen. Fanguntersuchungen müßten erweisen, ob dieses Übergewicht der Männchen während der ganzen Entwicklungs- und Lebenszeit der Imagines besteht.

Für die Fortpflanzung der *Lyda* zu lebenskräftigen künftigen Generationen schiene es nur günstig, wenn die Männchen zur Zeit der Paarung überwiegen. Es verdient darauf hingewiesen zu werden, daß Sajó (1898, S. 241) beim Begattungsspiel bei den Weibchen den kräftigen Gebrauch der Mandibeln beobachtete, wobei den Männchen manchmal Glieder abgebissen wurden. Auch wir beobachteten im Zwinger dieses Verhalten der Weibchen gegenüber den Männchen.

Nach Scheidter nehmen die Imagines kein Futter zu sich. Wir fütterten im Laboratorium geschlüpfte Imagines mit Zuckerwasser (in Watte aufgesogen), das sie gierig aufnahmen. Sie gruben dabei ihre geöffneten Mandibeln tief in die Watte ein.

Gezwingerte Imagines konnten 14 Tage am Leben erhalten werden. Nach Scheidter (Flugblatt) verteilt sich die Ablage des gesamten Eivorrates auf etwa 10—14 Tage. Die Lebensdauer, wie auch andere Lebensfunktionen werden weitgehend von der Temperatur beeinflußt. Wärme wird den Lebensablauf beschleunigen. Im allgemeinen kann man eine 14tägige Lebensdauer im Freiland annehmen.

Die morphologische Beschreibung der Imago wurde aus Platzmangel zurückgestellt und wird an anderer Stelle veröffentlicht.

[1]) Bei einem Massenvorkommen von *L. hypotrophica* ergaben sich nur 3% Weibchen (Wiehl 1896).

C. Die Ausbreitung der *Lyda* und die ungleiche Verteilung im Bestande

An Hand der verschiedentlichen Aufzeichnungen des Forstamtes und persönlicher Erkundungen über die Entstehung und Ausbreitung des Befalles zu dem nunmehrigen großen Schadensgebiet kann man als Ausgangsort der Kalamität die Abteilung 41 des Revieres Tyssa bezeichnen. Von hier verbreitete sich die *Lyda* gegen Nordosten in exzentrischer Weise. Daß im benachbarten Revier Markersbach ebenfalls ein Zentrum für die Ausbreitung des Befalls besteht, ist anzunehmen.

Die Bekämpfung der *Lyda* mit Spritzmitteln scheint zur Zeit unter Berücksichtigung unserer Ergebnisse zwar aussichtsreich, jedoch kostspielig. Diese Bekämpfungsart ist vor allem dort notwendig, wo der Schädling stark auftritt oder wo man ihm in seiner Wanderungsrichtung Einhalt gebieten will.

Auf Grund der Entstehungsgeschichte der *Lyda*-Kalamität läßt sich die Ausbreitung und der starke Befall der einzelnen Jagen ermitteln. Festgestellt wird dies auf Grund der Schädigung an den Kiefernkronen. Nach dem äußeren Schadbild kann die Ausbreitung als exzentrisch angesprochen werden. Aber auch das Ausmaß der Bodenreserve gibt einen Anhalt.

Die Ursache dieser exzentrischen Ausbreitung kann verschiedenartig sein. Sie kann in der Art der Bewaldung, in der Bodeneigenart, aber auch in den Windverhältnissen liegen. Man sah die *Lyda* an 15 m und noch höheren Kiefern schwärmen und solche hohe Bäume auch kahl gefressen. Von solchen, auch vereinzelt im Kahlschlag oder auf Sandsteinfelsen stehenden Bäumen wird unzweifelhaft die *Lyda* von Winden vertragen werden, trotz ihrer Eigenart sich nicht allzuweit von den Zweigen zu entfernen.

Bei einer Überprüfung der vorherrschenden Richtung schwächerer Winde (bis Windstärke 4) in den Monaten Mai bis Juni der Jahre 1927 bis 1939 schienen nordwestliche und auch südliche Winde vorherrschend zu sein. Auch die stärkeren Winde schienen bevorzugt aus dieser Richtung zu kommen. Damit würde die *Lyda* sich teilweise entgegen der vorherrschenden Windrichtung ausbreiten[1]). Man muß also noch andere Faktoren als maßgebend bei der hierortig exzentrischen Ausbreitung annehmen.

So wie auf Grund der äußeren Fraßschäden sich die Ausbreitung der *Lyda* erkennen läßt, so kann dies auch durch die zahlenmäßige Feststellung der Bodenlarven geschehen. Diese Art ist in gewisser Hinsicht verläßlicher als die Prüfung der Afterraupenmenge durch Kotauffänge.

[1]) Nach BRAUNMÜHL (1930) folgte die *Lyda* in ihrer Ausbreitung der örtlichen Windrichtung, sogar Überflüge auf weite Entfernungen wurden beobachtet.

Diese Feststellungen sind für eine geplante Bekämpfung aufschlußreich, weil sie uns Menge und Art der Bodenlarven ermitteln lassen.

Die Durchführung der Bodenuntersuchungen war nicht schwierig, da die Larven in dem lockeren Erdreich zufolge ihrer Farbe nicht übersehen werden können. Es wurde stets $^1/_2$ m² Bodenfläche untersucht.

Bereits bei den Fraßschäden an den Kiefern wurde festgestellt, daß der Befall der Bäume recht ungleich sein kann. Es ist nicht anzunehmen, daß sich die Kiefern selbst durch einen Stoff oder die größere Menge eines Stoffes unterschieden. Ich halte es vielmehr für eine Auswirkung der Eigenart der Imagines, möglichst nahe des einmal angeflogenen Astes zu bleiben. Meist waren unter den wenig befressenen und unter den kahl gefressenen Kiefern wenig Bodenlarven. Bodenbeschaffenheit wie Steine und Wurzelwerk beeinflussen das Ergebnis einer Zählung, so daß nicht nur jeweils mehrere Grabungen, sondern auch an geeigneter Stelle Grabungen vorgenommen werden müssen. Bei günstigen Bodenverhältnissen breiten sich die Bodenlarven unterhalb der Schirmfläche einer Kiefer aus. Im jungen Stangenholz verwischen sich solche Abgrenzungen.

Bei der Abgrenzung des Schadensgebietes bilden sich mehr oder weniger große Zonen des Überganges. Scharfe Grenzen entstehen gelegentlich durch Fichtenwald (vgl. Abb. 1 und 2) oder auch durch Felskämme. Ebenso scheinen mir stark Wind ausgesetzte Lagen die Ausbreitung zu hindern. Das spiegelt sich nicht nur in dem äußeren Bild der Kiefern wider, sondern besser noch in dem Vorrat an Larven im Boden (Bodenreserve).

Während der bisherigen, vielen Befallsjahre wechselte naturgemäß in den einzelnen Abteilungen die Befallsdichte, denn neue Abteilungen wurden heimgesucht und ältere Bestände nach Kahlfraß verlassen. So erscheint mir nur bemerkenswert, wie hoch die Befallsdichte steigen kann. Zur Messung eignen sich die Bodenlarven, weil bei weit vorgeschrittenem Fraß nicht alle Raupen die Vollreife erlangen. Die Raupen benötigen zum Überdauern der mehrjährigen Ruhezeit einen entsprechenden Vorrat an Reservestoffen, den sie sich erst in den letzten Entwicklungsstufen erwerben können. So haben wir in der Bodenreserve den Vorrat an Wespen, der uns schädlich wird. Die höchste Besatzdichte im Jahre 1940 waren rund 600 Larven je Quadratmeter. Das bedeutet für einen größeren Baum eine tausendfache Anzahl von Raupen.

Diese Höchstzahl von Bodenlarven fand sich unter Kiefern der Fraßform III und auch III—IV. Ein solcher starker Befall kann die Kiefer in wenigen Jahren zum Absterben bringen. Die Raschheit der Schädigung wird natürlich von der Lebenskraft der Kiefern abhängen und nicht in jedem Bestand gleich sein. So erwähne ich, daß bei Probefällungen im Gebiet von Arzberg an mittelgroßen Kiefern bis 400 Raupen gezählt wurden, das einer weit geringeren Besatzdichte im Boden entspricht.

Man muß somit bei einer Bodenreserve von 100 Larven je Quadratmeter den Bestand als gefährdet bezeichnen, zumal man nicht weiß, ob ein kommendes Jahr für die Eiablage und Entwicklung der Afterraupen sich als sehr günstig erweisen wird.

D. Der jährliche Holzzuwachs der von *Lyda* befallenen Kiefern

Durch die Schäden an den Assimilationsorganen, wie es in den 4 Beschädigungsgraden veranschaulicht wurde, wird der jährliche Holzzuwachs mehr oder weniger stark herabgesetzt. Das Ausmaß dieser Verminderung ist für die Praxis von wesentlicher Bedeutung, nicht nur für die Berechnung an Ertrag, sondern auch für die betriebswirtschaftlichen Maßnahmen. Darum wurde mit Hilfe von Probefällungen oder durch Zuwachsbohrer der Zuwachs der durch *Lyda*-Fraß heimgesuchten Kiefern ermittelt.

Es wurden möglichst regelmäßig geformte Kiefern mit ausgeprägter Zugehörigkeit zu einem der geschilderten Beschädigungsgrade (Fraßform I bis IV) herausgesucht. Der Bohrspan oder die Stammscheibe wurde in ungefähr 1 m Höhe über dem Boden entnommen. Es ist selbstverständlich, daß der Bohrspan durch das Mark hindurchgehen muß, das bei Kenntnis der Stammarchitektonik ohne weiteres auch bei Bäumen an Hängen gelingt. Einige Beispiele sollen nun die jährlichen Wuchsleistungen veranschaulichen.

Tabelle 8 bringt die Zuwachsmessungen an den 4 Halbmessern einer Stammscheibe. Die einzelnen Jahrringstärken längs der 4 Halbmesser sind verschieden. Vom Jahre 1927 an treten bei den Einzelwerten wie auch dem Mittelwert plötzlich niedrige Werte auf. Diese Verminderung setzt sich gegen die Außenseite immer mehr fort, so daß an der Außenseite selbst die Jahrringe fast unkenntlich werden.

Eine weitere Tabelle (Tabelle 9) veranschaulicht ebenfalls den Abfall im jährlichen Zuwachs an Hand von Bohrspänen. Die Zuwachsverminderung wird um so stärker, je größer die Verluste an Assimilationsorganen sind. Geringe Schwankungen lassen sich unschwer aus den alljährlich ungleichen Wachstumsenergien verstehen, wie auch aus den naturgemäß nicht alljährlich gleichen Fraßschäden. Aus den wiedergegebenen Messungen erkennt man jedoch eine zunehmende Steigerung der Schädigung bis zum Wachstumsstillstand.

Der Beginn der Zuwachsverminderung ist bei den einzelnen Kiefern nicht gleich gut ausgeprägt, das, wie bereits gesagt, durch die ungleichen Wachstumsenergien bedingt ist. Trotzdem aber sieht man deutlich, daß der Zuwachs innerhalb einer kurzen Zone abnimmt und sich bis zum praktischen Wachstumsstillstand steigert. Die Jahrringmessungen zeigen bei den Kiefern mit starken äußeren Schädigungen am Nadelwerk auch die größten Wachstumsabnahmen, so daß also die Einteilung der Kiefern

nach äußeren Merkmalen zum Zweck einer leicht benutzbaren Schätzungsform günstig erscheint.

Aus diesen Messungen ergibt sich, daß jede Abteilung des Waldes mit vorwiegend dieser oder jener Fraßform, wie es durch Schätzung ermittelt werden kann (vgl. Abschnitt B 2: Fraßformen), einen mehr oder weniger großen Ausfall an Zuwachs besitzen wird. An Bohrspänen läßt sich das Siechtum der befallenen Kiefern unschwer nachweisen und veranschaulichen, wieviel Jahre praktisch kein Zuwachs mehr vorhanden ist. Dies gibt die Grundlage für entsprechende wirtschaftliche Maßnahmen.

E. Die natürlichen Feinde der *Lyda stellata*

Bei den Untersuchungen über die Lebensweise der *Lyda stellata* wurden bisher nirgends eingehend irgendwelche Feinde und insbesondere Parasiten behandelt. Allgemein zählte bereits Müller (1824) als Feinde der Blattwespen auf: Ichneumoniden, Mordwespen (*Sphex*), Carabusarten, Vögel, Waldmaus, Eichhörnchen.

Die großen Feinde der *Lyda* zu denen noch Igel, Krähe und Wildschwein kommen, können für eine Mithilfe in der Bekämpfung eines Massenauftretens nicht in Betracht gezogen werden. Sie werden entsprechend ihrer Größe und Freßfähigkeit auf die Dauer aus physiologischen Gründen versagen müssen. Dies hat sich, wie geschildert, beim Einsatz von Hühnern gezeigt. Bei Wildtieren dürfte die Einseitigkeit der Ernährung noch früher als sonst zu einer Abneigung gegen das Raupen- oder Larvenfutter führen. Die Abneigung kann schließlich zu einer Abwanderung führen. Diese Ansicht bestätigt sich in unserer Beobachtung, daß Schwärme von Staren sich nur kurze Zeit in dem *Lyda*-Gebiet aufhielten. An sich sind Vogelschwärme im Schadgebiet nur Zufallserscheinungen. Aus solchen Gründen ist ein Eingehen auf die kleinen Feinde der *Lyda* notwendig.

Es seien einige Beobachtungen über Parasitenbefall an unserer *Lyda* wie auch an der bereits näher untersuchten Fichtengespinstblattwespe u. a. mitgeteilt. Zwischen diesen Arten besteht manches Gemeinsame, so daß ihre Einbeziehung zweckdienlich erscheint.

1. Bei der Fichtengespinstblattwespe (*Lyda hypothrophica* Htg.) war nach Lang (1894) die Kamelhalsfliege (*Raphidia ophiopsis*) als Vertilgerin von Eiern und jungen Räupchen hervorgetreten. In unserem Schadgebiet konnten wir diese Fliege nicht beobachten.

So wie hier bei *Lyda stellata*, so bemühte sich Parst (1916, S. 81) bei der Fichtengespinstblattwespe Parasiten zu finden. Er schreibt: „Einige Hoffnung wurde im Frühjahre 1912 auf die in der Oberhaut nahezu sämtlicher *Lyda*-Larven bemerkbaren, ovalen, kleinen schwarzen Flecke gesetzt, welche anfänglich als Stiche von Parasiten angesehen, von der forstlichen Versuchsanstalt in München (Scheidter) als von mechanischen

Tabelle 8

Zuwachsmessungen an der Stammscheibe von der Basis einer 40jährigen,
wurde in Tabelle 6

Jahrringe		Wachstumsjahr 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Jährl. Zuwachs i. mm an den 4 Halbmess.	r_1	1,3	3,2	3,6	4,6	1,8	1,3	1,4	1.8	4,7	3,1	2,3	3,3	3,3	3,2	3,0	1,7	2,8	1,3
	r_2	1,2	3,3	2,8	3,8	1,8	0,6	1,0	1,4	4,3	2,4	2,9	4,3	4,4	4,5	3,4	2,7	2,8	1,7
	r_3	1,3	2,5	2,9	3,7	1,6	0,5	1,2	1,4	3,9	2,8	2,9	3,9	2,9	3,7	2,3	1,9	3,4	1,7
	r_4	1,4	4,5	4,3	6,4	2,9	1,3	1,9	3,1	6,1	4,2	4,8	6,0	5,2	5,3	4,2	3,9	4,1	2,5
Mittlerer Jahreszuwachs		1,30	3,37	3,40	4,62	2,02	0,92	1,37	1,92	4,75	3,12	3,22	4,37	3,95	4,17	3,22	2,55	3,27	1,80

Tabelle 9

Messung des jährlichen Zuwachses an Bohrspänen von der Basis ver-
Millimeter. Bäume aus Abt. 13

Zeit (Jahr)	1902	1903	1904	1905	1906	1907	1908	1909	1910	1911	1912	1913	1914	1915	1916	1917	1918
Fraßform I—II . .	—	—	3,40	2,67	1,64	0,85	0,76	0,78	0,39	0,41	1,37	1,35	1,36	1,74	1,38	1,79	1,21
Fraßform II . . .	—	—	—	—	—	1,22	2,61	2,80	3,18	2,92	2,86	3,47	3,54	3,28	3,54	3,45	2,89
Fraßform III. . .	1,30	3,37	3,40	4,62	2,02	0,92	1,37	1,92	4.75	3,12	3,22	4,37	3,95	4,17	3,22	2,55	3,27
Fraßform III. . .	—	—	—	—	—	2,11	2,21	2,78	2,78	0,81	2,22	2,13	2,99	1,40	2,00	2,29	2,10

Verletzungen herrührend, festgestellt wurde. Ebenso erwiesen sich im Innern der Larven durch die Oberhaut durchscheinenden, unregelmäßig geformten, schwarzen und durch Druck verschiebbaren Fremdkörper nur als Harzreste, die vor dem Beziehen des Puppenlagers nicht mehr ganz abgegeben wurden". Andererseits sei darauf hingewiesen, daß ECKSTEIN (1930) bei Larven von *Lyda stellata* schwarze Körper als unter Melaninbildung eingekapselte Tachinenlarven beobachtet hat.

Wir fanden in den Bodenlarven unserer *Lyda* ebenfalls die erwähnten schwarzen Körperchen in zweierlei Formen auf. Einmal waren diese Körperchen eiförmig, schwarz, selten braunrot bis rotschwarz, hohl und äußerst hart. Die Länge betrug 0,8—1,2 mm. Sie lagen beweglich im Körper und konnten durch Druck hin und her bewegt werden. Bei Tieren mit solchen Körpereinschlüssen konnte ein Einstichkanal nicht festgestellt werden. Die andere Form der Einschlüsse war stets durch einen engen, ebenfalls schwarzen feinen Kanal mit der Außenwand der Larve verbunden. Wo dieser Kanal in die Außenwand mündete, war die nächste Umgebung scharf abgegrenzt melanisiert (Abb. 14).

Man muß vor allem die letztgeschilderte Form als Parasitenbefall ansprechen, dem die *Lyda* mit starker Melaninbildung begegnen konnte. Dieser Nachweis drängt zu der Frage, ob die lose im Larvenkörper aufgefundenen Körperchen nicht bereits losgelöste Körper sind und bei denen

durch *Lyda*-Fraß geschädigten Kiefer. Die Fraßschädigung dieses Baumes wiedergegeben

von 1902—1940

19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
2,6	1,9	2,7	2.5	2,7	2,1	1,2	1,3	1,0	1,1	1,2	1,2	0,8	0,3	0,2	0,6	0,4	0,084	0,072	0,030	0,014
2,2	1,6	2.3	2,4	2,4	2,6	2,0	1,7	1,0	1,1	1,2	0,7	0,6	0,3	0,4	0,5	0,4	0,138	0,123	0.027	0,012
2,6	1,6	2,2	1,9	2,1	2,8	1,9	1,6	0,7	0,9	1,4	1,4	1,1	0,9	0,7	0,7	0,6	0,135	0 087	0,063	0,015
4,2	3,2	3,8	3,6	3.5	3,9	3.5	2,2	1,7	1,3	2,4	1,6	1.7	1.1	0,7	0,8	0,6	0,092	0,088	0,014	0,006
2,90	2,07	2,75	2,60	2,67	2,85	2,15	1,70	1,10	1,10	1,55	1,22	1,05	0,65	0,50	0,65	0,50	0,112	0,092	0,033	0,012

schieden alter und verschieden stark geschädigter Kiefern. Zuwachs in (Revier Tyssa). 1940

1919	1920	1921	1922	1923	1924	1925	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938	1939	1940
1,54	0,94	0,96	1,32	1,40	1,49	1,47	0,93	0,89	0,76	1,14	1,02	1.13	1,00	1,18	1,32	0.91	0,50	0,30	0.36	0.24	0,39
3,30	2,59	1,83	1,98	2,10	2,18	2,09	2,41	2,76	2,40	2.19	3,34	3,31	3,80	2,16	1,70	2,32	1,36	1,61	0,92	0,30	0,60
1,80	2,90	2,07	2,75	2,60	2,67	2,85	2,15	1,70	1.10	1,10	1,55	1,22	1,05	0.65	0,50	0,65	0,50	0,11	0,09	0,03	0,01
1,73	1.91	0,84	1,49	1,21	0,78	0,53	0,54	0,71	0,69	0.50	0.23	0,17	0,12	1,28	1.26	1,76	0,22	0,19	0,18	0,15	0,01

der Einstichkanal vollkommen verheilt war. Auch für diese Ansicht ergaben sich manchmal Anhaltspunkte.

2. Große Hoffnungen wurden auf die Auffindung einer angriffsfreudigen und rasch sich vermehrenden Schlupfwespe gesetzt, die entweder die Eier oder die Afterraupen als Wirtstier benützt.

Bei *Cephaleia abietis* (*Lyda hypotrophica*) fand LANG in den 90er Jahren wenige Exemplare von *Xenoschesis fulvipes Grav.*, die praktisch bedeutungslos erschienen. Auch SIHLER berichtet, daß in Württembergisch-Oberschwaben während der Jahre 1911—1913 das Mitschwärmen von Ichneumoniden (*Homaspis narrator Grav.*) mit Lyden beobachtet wurde. PARST gibt an, daß nach Abflauen einer Kalamität Schlupfwespen nicht näher bestimmter Art auftraten und verweist auch auf die Arbeit von BAER, wonach *Polycinetis aethiops Grav.* die fast erwachsenen *Lyda*-Larven angriff. SCHEIDTER stellte in einigen Larven *Prosmorus rufinus Grav.* fest, ebenso einige Tachinen, die nicht bestimmt wurden. Letzthin fand SCHWERDTFEGER (1941) bei *Acantholyda erythrocephala* die Schlupfwespe *Xenoschesis fulvipes Grav.* und die Tachine *Exorista aberrans Rondani.*

Alle diese näher bezeichneten Parasiten wurden bisher in *Lyda stellata* mit Ausnahme von *Xenoschesis fulvipes* nicht gefunden. Wir fanden unsere Lyden im Jahre 1940 nur mit dieser Schlupfwespe reichlich vergesellschaftet (Abb. 15). Andere Schlupfwespen konnten nicht

gefunden werden, auch nicht *Trichogramma*, die anderwärts verschiedentlich in hohem Prozentsatz die Eier abhütete (siehe ESCHERICH Bd. V, S. 43).

3. Bereits durch mündliche Äußerungen der Forstbeamten im Jahre 1935 aufmerksam gemacht, beobachteten auch wir in den vergangenen Jahren mit der *Lyda* vergesellschaftete Tachinen. Auch bei den Er-

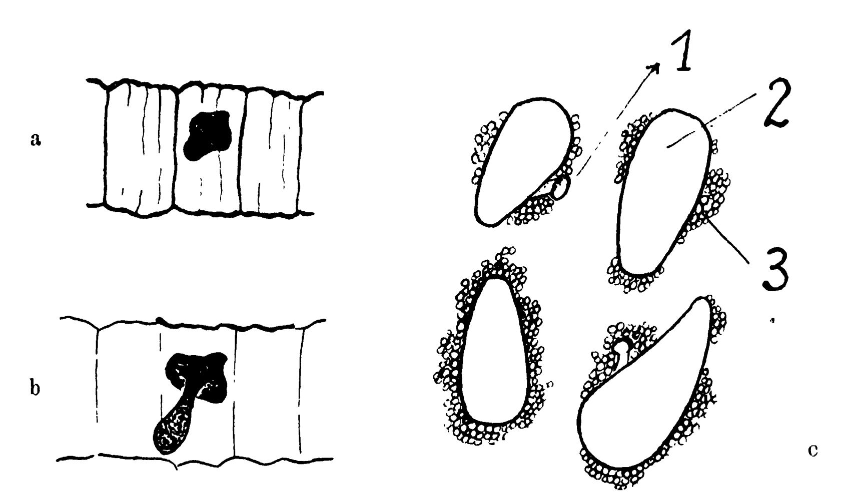


Abb. 14. Melanisierte, teilweise bewegliche Körper in den Larven der *Lyda stellata*. *a* Teil des Körpers der Larve von außen mit schwarzer, scharf begrenzter Stelle. *b* Das gleiche von innen gesehen. *c* Frei bewegliche Körperchen: 1. Rotglasiges Köpfchen. 2. Schwarzer und hohler Melaninkörper. 3. Gelbe, körnige Substanz

mittlungen der Bodenreserve fanden sich neben den abgestorbenen Larven oftmals Tönnchen einer Fliege. Desgleichen wurde bei der Suche nach kranken Larven eine große Anzahl isoliert, aus denen im Laboratorium die Tachine *Pseudopachystylum goniacoides Zett.* schlüpfte [1]).

Die von der Tachine befallenen Bodenlarven erschienen im mittleren Körperabschnitt etwas aufgetrieben und wenig beweglich. Sie sind unschwer auszusuchen. Beim Öffnen der Larve zeigte sich eine einzelne Made als Parasit. Wahrscheinlich wird die Afterraupe während der letzten Entwicklungsstadien von der Fliege mit dem Ei belegt. Jedenfalls entwickelt sich die Made erst in der Bodenlarve und überwintert mit ihr. Die Hauptentwicklungszeit der Made geht in der Bodenlarve vor sich, so daß die Afterraupe sichtlich nicht früher

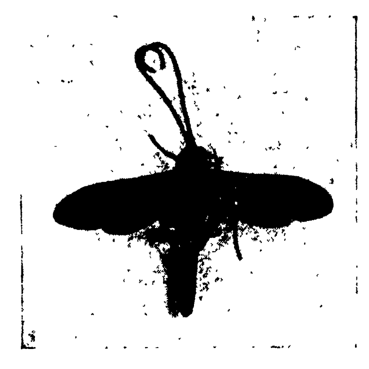


Abb. 15. Schlupfwespe *Xenoschesis fulvipes Grav.* Ungefähr natürl. Größe. 1940

[1]) Für die Bestimmung danke ich Herrn Professor Dr. E. TITSCHACK (Hamburg).

als sonst ihren Fraß beendet. Im zeitigen Frühjahr kriechen die Maden aus ihren Wirtstieren heraus und verpuppen sich in Tönnchen. Die Entwicklungsdauer der Tachine ist bestimmt einjährig.

Die Fliegentönnchen waren länglich oval, hatten eine durchschnittliche Länge von 10 mm und ein Gewicht von 60 mg. Die Grenzwerte betrugen bei der Länge 8,3 und 11,7 mm und die Lebendgewichte schwankten zwischen 25 und 95 mg (Durchschnitt aus 100 Stück im Freiland gefunden). Die Tönnchen waren anfangs gelblich und verfärbten sich mit zunehmender Reife rotbraun bis schwärzlich. Die Tachinen schlüpften Ende Mai. F. Eckstein (1930) berichtet von einer bis 60 prozent. Tachinose, wobei die Maden allerdings, wie bereits erwähnt, zum Teil durch Einkapselung durch den Wirt wieder unschädlich gemacht waren (siehe Escherich, Forstinsekten V, S. 44).

Die Larven der *Lyda* mit Tachinenmaden besaßen keine Puppenaugen. Dies dürfte weniger ein Gegenbeweis dafür sein, daß die Tachine nicht etwa zweijährig sondern nur einjährig ist, als vielmehr, daß sich die Larve infolge des Parasitenbefalls nicht weiter entwickeln kann.

Eine Fliegenmade benötigt fast die ganze Bodenlarve zur Nahrung. Das ergibt sich nicht allein aus der Größe der Fliegenmade im Vergleich zur Larve der *Lyda*, als auch aus dem Gewicht, denn die Bodenlarve besitzt nicht einmal das doppelte Durchschnittsgewicht der Fliegentönnchen.

4. Unter den natürlichen Feinden der Blattwespen nennt Müller (1824, S. 57) die Ameise *Formica herculanea* Lin., „welche die Afterraupen auf dem Boden fortschleppten und töteten". Für andere Schädlinge unserer Kulturen erwies sich die Ameise ebenfalls als natürlicher Feind, wie Sajó (1902) feststellte. Ebenso bewährte sich die Waldameise bei der Bekämpfung von Kohlweißlingsraupen und vielen anderen Schadinsekten (Burgwedel 1917, Rössler 1941). Über die Systematik der Ameisen gibt uns die Arbeit von Gösswald genauen Aufschluß. Die Ameisen haben für die Ausnutzung als Helfer gegen eine Schädlingsplage besonders gegenüber ausgesprochenen Parasiten den Vorteil, bereits vor dem Massenauftreten des Schädlings am Platze zu sein und sie kommen in der Mithilfe nicht zu spät. Den Nutzen kennzeichnet Gösswald eingehend an Hand des Schrifttums und es sei dessen Versuch und Beobachtung einer Bekämpfung von *Lophyrus pini* mittels der Ameisen erwähnt. Hier wird der Erfolg des Einsatzes der roten Waldameise (*Formica rufa rufo-pratensis minor*) in unwiderleglicher Weise geschildert, und es ist wohl anzunehmen, daß sich die rote Waldameise gegenüber *Lyda stellata* ebenso verhalten würde.

In dem Schadensgebiet von Arzberg (Bayr. Ostmark) wird seit vielen Jahren die Waldameise von Cantzler mit gutem Erfolg gezüchtet[1]). Die

[1]) Für die brieflichen Mitteilungen danke ich auch an dieser Stelle Herrn Oberforstmeister Th. Cantzler, Schirnding.

Zucht und Massenvermehrung im Walde gelang bei *Formica rufa rufo-pratensis major* sowie *minor*, worüber auch im Schrifttum berichtet wurde (CANTZLER). Tatsache ist nun, daß in dem Schadensgebiet von Arzberg die *Lyda stellata* seit mehreren Jahren nur noch in unerheblichem Maße auftritt. Zufolge der Beobachtungen von CANTZLER greift die Ameise die *Lyda*-Larven an und schleppt sie auch in den Bau. Auf den Straßen der Ameisen beobachtete man besonders im Juni und Juli das Einbringen der Larven. In den Waldungen unseres Schadgebietes findet man die Ameise allgemein sehr selten und sie beschränkt sich auf wenige kleine Staaten. Der Grund dafür ist nicht bekannt, doch hebe ich hervor, daß der Ameisenlöwe hierorts in manchen Jahren in großer Zahl auftritt und auch mit zur Schwächung der Ameisenvölker beitragen wird. Vielleicht ist auch der Mensch selbst die Ursache des starken Rückganges der Ameisenvölker (vgl. GÖSSWALD 1940).

Irgendwelche Schäden der Massenvermehrung der Ameise oder nur Nachteile für das Nisten der Vögel ist bisher nicht bekannt geworden. Ich erinnere mich, in manchen Mischwaldungen Kärntens viele und große Ameisenhaufen vorgefunden zu haben, ohne daß ich daselbst einen Mangel an Kleinvögeln beobachtet hätte, im Gegenteil. Darum wird auch in unserem Schadensgebiet die Ameisenfauna untersucht, um die rote Waldameise zu verbreiten, bzw. einzuführen nach Methoden, wie sie von GÖSSWALD (1940) und CANTZLER beschrieben werden.

5. Wohl nur als gelegentliche Vertilger der Afterraupen oder Imagines kommen Spinnen in Betracht. Nach MÜLLER (1824) fingen sich in den Netzen Blattwespen. SAJÓ (1898) stellt fest, daß die kleinen und noch jungen Afterraupen in den Spinnen recht energische Feinde haben.

6. Im Boden wurden gelegentlich verpilzte Larven aufgefunden. Recht ähnliche Abbildungen eines solchen Pilzbefalls bei einer anderen *Lyda*-Art bringt SCHWERDTFEGER (1941). Von Bedeutung schienen diese Mykosen nicht, da bei der Einzellage der Larve im Erdreich eine Masseninfektion aussichtslos war.

Wurde vorangehend auf die Verbreitung der *Lyda* in Mitteleuropa eingegangen und einige *Lyda*-Herde aufgezeigt, so müssen wir weiterhin bemüht bleiben, auch in diesen Gebieten nach den natürlichen Feinden zu suchen und gegebenenfalls solche natürliche Feinde einzubürgern. Bei der Tachine wäre dies keineswegs allzu schwierig, da diese Tachine auch Raupen der Forleule befallen soll. Auch erloschene Schadensgebiete wären in ihrer faunistischen Zusammensetzung zu prüfen, um festzustellen, ob einerseits noch Reste der *Lyda* vorhanden sind und ob Parasiten ähnlich der hier genannten vorkommen und die mögliche Eindämmung des *Lyda*-Vorkommens verursachen.

F. Kurze Besprechung der Ergebnisse unter Berücksichtigung einer Bekämpfung der *Lyda*

Das Schadensgebiet der *Lyda stellata* wurde hinsichtlich seiner Lage kurz gekennzeichnet und dargetan, in welchem Ausmaß daselbst seit vielen Jahren durch diesen Schädling Verwüstungen angerichtet werden, ohne daß es bisher möglich war, diese einzudämmen oder gar den Schädling auszurotten. Die *Lyda* ist hier über ein Gebiet von nahezu 2000 ha Wald mehr oder weniger stark verbreitet. Einige hundert Hektar Kiefernwald wurden im Laufe der Jahre vernichtet, teils abgeholzt, teils viele Jahre stehen gelassen, so daß der Verlust an Ertrag eine beträchtliche Höhe erreicht hat.

Meine bereits 1935 einsetzenden Beobachtungen verschafften mir bald die Gewißheit, daß dieser Schädling zu den hartnäckigsten Waldverderbern gehört und daß die befallenen Kiefern langsam und erst nach mehreren Jahren so weit geschädigt sind, so daß sie absterben. In dieser schleichenden Art der Schädigung liegt eine große Gefahr, die nur zu leicht vernachlässigt wird. Allein dadurch, daß der jährliche Zuwachs der befallenen Kiefern gering und oft praktisch Null ist, entstehen uneinbringliche Verluste, so daß die Bearbeitung der Biologie der *Lyda* gerechtfertigt ist, um so mehr als, wie die geschichtliche Darstellung zeigte, die üblichen Bekämpfungsweisen meist versagt haben und arsenhaltige Bekämpfungsmittel möglichst durch andere Mittel ersetzt werden sollen.

Das Schadensgebiet ist dadurch bereits gekennzeichnet, daß die Kiefernbestände von geringer Bonität sind. Nach Nüsslin und Rhumbler eignen sich solche Wälder für einen größeren Schadbefall. Es muß aber betont werden, daß sich eben in an sich schwachwüchsigen Beständen Schäden in stärkerem Maß bemerkbar machen. Daß solche Bestände für die Massenvermehrung eines Schädlings prädestiniert seien, möchte ich in gleicher Weise wie Altum bezweifeln[1]).

Bei der Darstellung der Lebensweise folgte ich dem Kreislauf der Entwicklung vom Ei zur Imago. Hierbei war mir die Ermittlung der Vorgänge im Leben der Afterraupe am vordringlichsten, denn gegen diese richten sich die meisten Bekämpfungsmaßnahmen.

Hervorzuheben wäre bei der Afterraupe, daß sie im Alter der 4. bis 5. Häutung eine sehr dichte Wohnröhre spinnt, die ihr bei Anwendung von Kontaktgiften einen weitreichenden Schutz bietet. Wir beobachteten, daß sich die Raupe bei irgendwelchen Störungen rasch in ihre Röhre zurückzieht. So verhielt sie sich auch beim Bestäuben im Laboratorium. Eine Bekämpfung mit Spritz- und Staubgiften müßte demnach zweckmäßig ge-

[1]) K. Escherich schreibt in seinen „Forstinsekten" (Bd. V, S. 43): „Die Angaben (daß schlechte Bestände besonders disponiert sein sollen) werden mal darauf beruhen, daß in schlechten Beständen die Folgen besonders schwer und auffallend sind (und nicht etwa auf einer Sekundarität)."

nügende Zeit vor dem Bau der Wohnröhre einsetzen. Die Giftmenge selbst wäre reichlich zu bemessen, damit der Giftstoff bis zu dem Grunde der Nadeln trifft, wo die Raupe mit dem Fraß beginnt.

Die Beschreibung der Gespinstbildung bezieht sich nur auf Tiere, die einzeln am Zweig leben. Im Freiland wird dieser Fall jedoch nicht immer vorkommen, denn schon bei der Eiablage kann man an einem Zweig oft mehrere Eier feststellen. Sind mehrere Afterraupen an einem Zweig, so entstehen dichtere und ausgedehntere Gespinste, ähnlich wie sie bei Enslin (1914, Abb. 30) oder Koch (1932, Abb. 96) abgebildet werden; trotzdem lebt jede Afterraupe für sich. Das große Gespinst entsteht ja nur zufällig und ist, ökologisch betrachtet, nicht dem Gespinst von *Lyda erythrocephala* vergleichbar. Auch die Fraß- und Kotreste in den zufällig größeren Gespinsten sind nicht von den darin befindlichen, sondern von darüber lebenden Raupen hereingefallen.

Der Fraß der *Lyda* ist sehr sparsam. Messungen im Laboratorium ergaben im Durchschnitt 3,6 m Nadellänge je Afterraupe. Entsprechend der Wüchsigkeit einer Kiefer läßt sich bei ermittelter Befallsstärke das annähernde Schädigungsausmaß errechnen bzw. abschätzen. Beim Fraß beginnt die Raupe im unteren Teil des Maitriebes und beschränkt sich auch mehr oder weniger auf diesen. Zwischen der 4. und 5. Häutung geht die Raupe zum Fraß vorjähriger Nadeln über. Dadurch entstehen die büschelförmigen Benadelungen der Zweige. Die Büschel sind um so kleiner, je schwachwüchsiger die Kiefer ist. Infolge der so immer geringeren Menge an Assimilationsorganen kommt es zur Schwächung der austreibenden Knospe. Eine solche Knospe besitzt wenig Maitriebnadeln, die kaum noch für die Entwicklung einer Raupe genügen. Es muß Kahlfraß entstehen und damit ein Absterben des Zweiges eintreten.

Die Raupe frißt gewöhnlich allein an einem Zweiglein, so daß die Laboratoriumsversuche darin nicht von der Natur abweichen. Ein Gemeinschaftsfraß wie er bei anderen Tieren häufig ist und deren Entwicklung in bestimmter Weise beeinflußt (vgl. Titschack, Schwerdtfeger), liegt nur ausnahmsweise bei *Lyda* vor und bleibt daher unberücksichtigt.

Aus dem sparsamen Fraß erklärt es sich auch, weshalb eine befallene Kiefer allmählich geschädigt wird, Jahre dahinsiecht und im Zuwachs ständig abnehmen muß, bis sie endlich stirbt. In dieser Art der Schädigung liegt eine Gefahr und der Grund oftmaliger Vernachlässigung des *Lyda*-Befalls.

Zufolge der Fraßkurve tritt im letzten Stadium vor der Abspinnreife die Hauptfreßzeit auf. Bei Anwendung von Fraßgiften sollte man dieses Entwicklungsstadium zur Bekämpfung wählen um Aussicht auf Erfolg zu haben. Die Entwicklungsstadien lassen sich annähernd nach der Kotgröße und den abgestreiften Häuten (vgl. Scheidter) ermitteln. Eine ausgiebige Spritzung oder Stäubung bei voraussichtlich lang anhaltender Wirkungsdauer (trockene und warme Witterung) muß als Voraussetzung für den

Erfolg angesehen werden. Hochwirksame Gifte sind ebenfalls zu empfehlen, denn es wurde beobachtet, daß nicht abspinnreife Raupen den Zweig bei Futtermangel verlassen, zu Boden fallen und sich verkriechen. Es scheint nicht ausgeschlossen, daß die Raupen sich gegenüber Fraßgiften ähnlich verhalten, weshalb geringe Giftmengen bereits wirksam sein müssen. Vorliegende Messungen über die Fraßmenge verschiedener Altersstufen bieten Anhaltspunkte dafür, wieviel Gift je Nadel kommen muß, damit Aussicht besteht, auch von der Raupe wirksam aufgenommen zu werden. Desgleichen ist kühle Witterung für eine chemische Bekämpfung ungünstig, weil in dieser Zeit die Fraßstärke gering ist.

Die Eiablage kommt an hohen und alten Bäumen wie an Jungholz vor. Man findet demgemäß die Afterraupe an Kiefern aller Entwicklungsstadien. Eine Wanderung der Raupen, außer einem kurzen Abspinnen bei Futtermangel auf tiefer liegende Zweige, wurde nicht beobachtet. Im allgemeinen wurde kein ausgesprochener Fraßschaden von der Kronenspitze zur Basis beobachtet, allerdings wird dieser Vorgang bei Futtermangel und Abspinnen der hungernden Raupen begünstigt. Nicht aber findet ein Befall der Kronen von unten nach oben statt.

Beim Studium der Fraßschäden wurden an den Kiefern besondere Erscheinungen beobachtet. Der Fraß beginnt an der Peripherie der Krone. Zuerst lichtet sich der Wipfel und an der Peripherie dehnt sich der Fraß immer weiter aus. In der Kronenmitte bleibt die dichtere Benadelung erhalten (Beschädigungsgrad oder Fraßform I und II). Beginnt sich in der Krone auch der innere Teil zu lichten und bestehen nur noch schwache Büschel an den Zweigenden, so bezeichnen wir dies als Fraßform III. Dabei kommt es häufig vor, daß die stark wachsenden Gipfelzweige verhältnismäßig wenig geschädigt erscheinen (vgl. Abb. 12) und starke Nadelbüsche besitzen. Die Fraßform III bezeichnet man mit Recht als „Lichtfraß“. In diesem Stadium beginnt die heftigste Abwehr des Baumes: Es entstehen viele kleine Zweige aus den schlafenden Augen. Das Absterben des Baumes wird durch diese Reaktion nur Jahre hinausgeschoben, sofern *Lyda* auch in weiteren Jahren in ähnlicher Stärke auftritt. Bleiben schließlich an den Zweigenden nur vereinzelte Nadeln und die Büschelform ist so gut wie verschwunden, dann bezeichnet man diese Fraßform zweckmäßig als „Kahlfraß“ oder Fraßform IV. Alle diese Fraßformen gehen ineinander über.

Das Hinsiechen des Baumes wird in dem alljährlichen Zuwachs erkenntlich. Bereits zur Zeit des Lichtfraßes ist der Zuwachs sehr gering und beim Übergang zum Kahlfraß fast unmerklich. Aus diesem geringen Zuwachs erkennt man nicht nur eine Bestätigung des geschilderten Verlaufes der Kalamität, sondern den Ausfall an Holzertrag als die Hauptschädigung.

Die Fraßbeschädigung ist an den einzelnen Bäumen eines Bestandes nicht gleich. Neben stark befressenen Kiefern stehen schwach geschädigte,

wie auch die Abbildungen gelegentlich veranschaulichen. So ist es erklärlich, wenn von einem Kiefernbestand erst bei sorgfältiger Schätzung der allgemeine Schädigungsgrad angegeben werden kann. Dazu dient die Einteilung der Bäume nach Beschädigungsgraden, deren Anwendungsmöglichkeit durch die Zuwachsmessungen bekräftigt wurden. Eine genaue Kenntnis der Fraßformen erscheint für die Aussteckung der Gebiete bei den technischen Bekämpfungsweisen zweckdienlich.

Die immer wieder vorgenommenen Zählungen der Bodenlarven und der Vergleich mit denen früherer Jahre lassen erkennen, welches Ausmaß der Befallsdichte zu den geschilderten Schäden führt. Man kann wohl annehmen, daß eine Bodenreserve von 100 Larven je Quadratmeter für den Wald als sehr bedrohlich anzusehen ist. Zu berücksichtigen ist dabei immer der Entwicklungs- und Gesundheitszustand des bedrohten Waldes.

Eine Vorstellung über die Verbreitung und die Befallsdichte ergaben Probezählungen der Bodenlarven. Bei diesen Zählungen konnten die einzelnen Entwicklungsstadien getrennt werden, wie es bereits auch Scheidter vorgenommen hat. Es zeigte sich im Freiland gegen das Frühjahr zu ein immer größerer Anteil verpuppungsreifer Larven. Allgemein läßt sich im Frühjahr bereits die diesjährige Fluggeneration abschätzen. Ähnlich ist es auch bei der Fichtengespinstblattwespe: Parst fand bei dieser den Höchstsatz verpuppungsreifer Larven nach Mitte April (1913). Der Anteil verpuppungsreifer Larven ging Ende Mai stark zurück und war anfangs Juni fast auf Null herabgesunken. Dies muß auch bei unserer *Lyda* berücksichtigt werden, denn nur Zählungen im Herbst, Winter und zeitigem Frühjahr können gleich bewertet werden, anders aber Zählungen im Sommer; in dieser Zeit lebt nur eine, bzw. bei dreijähriger Entwicklungsdauer liegen 2 Larvengenerationen im Boden.

Durch Schlüpfenlassen einer größeren Menge Larven im Laboratorium läßt sich bereits im Winter das Ausmaß der diesjährigen Generation ermitteln.

Eine Bekämpfung der Larven mit Hilfe von Schweine- oder Hühnereintrieb bietet wenig Aussicht auf Erfolg vor allem dann nicht, wenn der Fraßherd große Ausmaße angenommen hat. Im Neudammer Förster-Lehrbuch (1929) wird jahrelanger Eintrieb von Schweinen besonders nach Rajolen empfohlen. Die Schweine finden die Bodenlarven recht gut, denn im Revier Tyssa war lediglich unter Kiefern gewühlt worden die Fraßschäden zeigten, anderwärts jedoch nirgends. Eine Bekämpfung durch Hühner ist durchführbar, wenn diesen auch eine genügende Menge Körnerfutter geboten wird. Darum erscheint die Erkennung kleiner Fraßherde wichtig, denn sie lassen sich auf diese Art bekämpfen. Günstig für eine solche Bekämpfungsweise ist die Zeit des Schlüpfens der Imagines in den Monaten Mai und Juni, weil die geschlüpften Imagines noch flugschwach am Boden herumlaufen.

Beide Mittel zur Bekämpfung werden seit Jahrzehnten darum empfohlen, weil Stangen- und Jungholzbestände oder bergig-felsiges Gelände für andere Bekämpfungsweisen unzugänglich sind. Außerdem vernichtet man hierbei wenigstens 2 Generationen. Nach ECKSTEIN liegen die Vorteile dieser Bekämpfung darin, daß der Einsatz dieser Tiere von Waldstück zu Waldstück erfolgen und der Schadherd planmäßig durchgearbeitet werden kann. Bei einer Bodenreserve von 100—200 Larven je Quadratmeter könnten 10 Schweine in 10 Tagen 1 ha reinigen.

Die Puppenzeit währt nur wenige Wochen, während der die *Lyda* gegen alle Umweltsveränderungen sehr empfindlich ist. Eine Bearbeitung des Bodens mit einer Fräse dürfte daher in dieser Zeit und in günstigem Gelände und Kiefernbestand erfolgreich sein, besonders wenn sie mit einem Schweine- oder Hühnereintrieb verbunden wird.

Die Imago wird augenscheinlich von wenigen Feinden angegriffen. In unserem *Lyda*-Herd beobachteten wir nur wenige Vögel. Kranke Imagines wurden bisher nicht aufgefunden.

Manche Arten von Blattwespen nehmen als Imago keine Nahrung zu sich, andere hingegen leben räuberisch oder nähren sich z. B. von Nektar und Blütenpollen (vgl. ENSLIN, 1914, S. 123). Bisher beobachteten wir nur im Laboratorium die Aufnahme von Zuckerwasser in vorgelegten Wattebäuschchen. Die Fortführung dieser Beobachtungen in Verbindung mit Giftlösungen, die etwa auch einen Geruchsstoff als Lockmittel enthalten, muß weiteren Prüfungen überlassen werden. Desgleichen sind Untersuchungen des Mageninhaltes vorgesehen, um die Anwendung von Kontaktgiften empfehlen zu können.

Bereits bei Besprechung des *Lyda*-Befalles in unseren Revieren konnten die Bekämpfungsversuche hervorgehoben werden. Ähnliche Bemühungen verwendete man bei der Fichtengespinstblattwespe: SCHEIDTER (1916) erwähnt den Schweineeintrieb, der zumeist bei steinigem Boden erfolglos bleibt. Eingehend beschrieben PARST und SCHEIDTER ihre Versuche mit Leimung (vor 1914 kostete 1 ha rund 35 RM). Die Leimringe nützen in unebenem Gelände fast nichts, da die Wespen zu leicht beim Flug über die Leimringe gelangten. Die in gleicher Weise vorgenommenen Maßnahmen von SIHLER und LANG führten zu keiner Eindämmung des Befalls. In Erwägung all dieser Bemühungen kommt SCHEIDTER zu dem Schluß (bezogen auf *Cephaleia abietis*, *L. hypotrophica*), daß die Anwendung teuerer Bekämpfungsmaßnahmen kaum gerechtfertigt sei. ESCHERICH sagt in seinen „Forstinsekten“ (V, S. 24): „Angesichts dieses in Beziehung auf das Leben des Waldes verhältnismäßig günstigen Verlaufes der bisher beobachteten *Cephaleia abietis*-Gradationen ist es nicht gerechtfertigt, kostspielige und zeitraubende Bekämpfungsmaßnahmen anzuwenden, zumal die bis jetzt vorgeschlagenen Mittel in ihrem Erfolg recht zweifelhaft waren“

Anders liegen die Dinge bei *Lyda stellata* mit ihrem hartnäckigen Charakter, deren Gradationen sich über lange Zeitperioden hinziehen und infolgedessen auch langjährige Zuwachsverluste zur Folge haben: hier lassen sich kostspielige Ausgaben rechtfertigen. Die Leimung muß natürlich vor dem Schlüpfen beendet sein, wozu die genaue Kenntnis der verpuppungsreifen Larven notwendig ist, damit der Zeitpunkt des Schlüpfens abgeschätzt werden kann. Zu frühe Leimung verringert oft die Klebkraft, zu späte Leimung bietet wieder vielen Wespen ungehinderten Flug in die Kiefernkronen. Der Leim muß besonders fängisch sein; nach PARST wäre besonders Fliegenleim zu empfehlen. ALTUM (1899) erwähnt verschiedene Arten der Leimung als günstig; allerdings zu kostspielig, erwies sich die Leimung der Bäume von 0,5—1,5 m Höhe. An jedem dieser 1 m breiten Leimringe fingen sich 2000—3000 Wespen.

Von einem vollen Erfolg im Gegensatz zu hierortigen Erfahrungen mittels einer Arsenbestäubung (40 kg je Hektar Kalkarsenat — Unkosten 37,— RM) berichtet nur v. BRAUNMÜHL (1930). Wie sich die Bekämpfung im folgenden Jahr ausgewirkt hat, wird nicht berichtet. Eine Wiederholung ist notwendig, da von der *Lyda* 1—2 Generationen im Boden liegen.

Eine wirtschaftlich tragbare Bekämpfung der Bodenlarven mit Giften wäre zu versuchen, denn auf diesem Wege ließe sich planvoller als mit Schweine- oder Hühnereintrieb ein befallener Bestand säubern. Eine Bekämpfung vom Herbst bis Frühjahr könnte alle Larvengenerationen erfassen.

Die billigste und sicherste Bekämpfung ist die durch die natürlichen Feinde. Die großen Feinde brachten bisher bei einem bestehenden Massenauftreten wenig Nutzen. Aussicht als wertvolle Bundesgenossen bieten Parasiten, welche Eier oder Afterraupen als Nährstoffquelle für ihre Brut benützen. Hierorts wurde eine Schlupfwespe in reichlicher Menge mit *Lyda* vergesellschaftet gefunden und noch eine Tachine, welche in beachtlicher Menge in den Bodenlarven der *Lyda* als Made oder bereits als Tönnchen nachgewiesen wurde. Wenn auch nur in einer *Lyda*-Larve immer nur eine Made sich entwickelte, so ist doch die Entwicklungsdauer der Fliege um 1 oder 2 Jahre kürzer, als die der *Lyda*. Im Hinblick auf die Bekämpfung der *Lyda* mit Giften sei erwähnt, daß die Tachine zu gleicher Zeit mit der *Lyda* schwärmt und auch vernichtet werden kann. (Auch über die Nahrungsaufnahme der Fliege sind Beobachtungen in Aussicht genommen.)

Als eine bereits erfolgreiche Methode der *Lyda*-Bekämpfung kann man die Zucht der Waldameise bezeichnen. Dieses Verfahren sollte wegen seiner Einfachheit an vielen Stellen versucht werden.

Über die Ursache der Störung der Lebensgemeinschaft und des Entstehens der *Lyda*-Kalamität konnte nichts Entscheidendes ermittelt werden. Man wird aber nicht fehl gehen, die Störung in dem unnatürlichen Auf-

bau des Waldes zu suchen, der seit vielen Jahrzehnten ein künstlicher Kiefernbestand ist. Eine Besserung bzw. Erzwingung einer günstigen Lebensgemeinschaft in diesem Gebiete schiene mir durch eine Umformung der Flora möglich, d. h. der Aufbau eines der Lage und den Bodenverhältnissen entsprechenden Mischwaldes.

Je stärker unsere Wälder ausgenützt werden, um so mehr entfernen wir uns von den Bedingungen der bisherigen Lebensgemeinschaften und das hat oft ein unvorhergesehenes Hereinbrechen von Schädlingsbefall zur Folge. Da wir nun allenthalben dem Wald seine ursprüngliche gemischte Hochflora geben wollen, so müssen wir uns auch mit jenen Tieren wie die *Lyda* befassen, die diese jetzige noch bestehende Sperre ihrer natürlichen Feinde und anderer ihr feindlicher Faktoren durchbrechen kann.

In einem wiederum natürlich zusammengesetzten Wald wird auch der Reichtum an Vögeln eintreten, die wesentlich zur Erhaltung des Gleichgewichtes besonders gegenüber der Insektenwelt beitragen.

Aus diesen Darlegungen kann als vorläufige Richtlinie für eine Bekämpfung der *Lyda* gelten:

1. Genaue Beobachtung von Beginn und Ende des Schlüpfens der Bodenlarven. Die Tiere halten sich nach dem Schlüpfen einige Zeit im Boden und dann bis zur Flugfähigkeit am Boden auf. Dies ist die günstigste Zeit für den Hühnereintrieb.

2. Beobachtung von Eiablage und Schlüpfen der Räupchen sowie deren Häutungen. Nach einigen Häutungen baut die Afterraupe eine dichte Wohnröhre, so daß eine Bekämpfung mit Kontaktgiften in den ersten Entwicklungsstufen erfolgversprechend ist, während die Verwendung von Fraßgiften in den letzten Entwicklungsstufen empfehlenswert erscheint. Die Zeiten hierfür werden durch direkte Beobachtung sowie durch Ermittlung der Auffangproben bestimmt.

Über das Ausmaß der zu erwartenden Fluggeneration können Larvenuntersuchungen bereits im Winter Aufschluß geben. Ebenso ist das Schadensgebiet genau zu bestimmen und die Arbeitseinteilung zu treffen. Die anzuwendenden Giftmengen müssen sehr reichlich bemessen werden. Die Kosten einer Arsenatbekämpfung eines Bestandes im Stangenholzalter betragen annähernd 60—70 RM je 1 ha.

3. Für die Bekämpfung mittels Bodenfräse erscheint die Zeit der Puppenruhe geeignet. Diese Bekämpfung wird aber durch die Witterung weitgehend beeinflußt und erfordert eine vorangehende mehrfache Untersuchung der Bodenlarven auf ihren Entwicklungszustand.

4. Jede Waldabteilung ist getrennt zu beobachten, denn je nach Lage und Klima treten kurze zeitliche Unterschiede in der Entwicklung der *Lyda* auf, die für die Arbeitseinteilung nutzbar sind.

5. Hühner- und Schweineeintrieb ist nur für kleine Fraßgebiete geeignet und führt nur bei langem Eintrieb zu merklichem Erfolg. Aus-

wechseln der Tiere dürfte sich empfehlen, damit keine allzu lange einseitige Ernährung besteht.

6. Auf Parasiten wie Schlupfwesen und Tachinen ist zu achten und deren Lebensweise zu ermitteln, damit man nach Möglichkeit bei einer technischen *Lyda*-Bekämpfung nicht die nützlichen Tiere mit vernichtet.

7. Bei einer Bekämpfung der Imagines ist zu beachten, daß sich das Schlüpfen über eine längere Zeit erstreckt, die Tiere sich verschieden lange am Boden aufhalten und die Begattung und das Schwärmen nur bei warmem und trockenem Wetter ausführen, ansonsten im Nadelwerk und an der Rinde sitzen.

8. Die rote Waldameise wäre in ihrer Verbreitung zu fördern.

Zusammenfassung

1. Die Schilderung des Entstehens und Verlaufes der *Lyda*-Kalamität in einem größeren Waldgebiet veranschaulicht die Hartnäckigkeit des Befalls. In unverminderter Zähigkeit breitet sich der *Lyda*-Herd stetig aus. Die Ursache der hierortigen exzentrischen Ausbreitung scheint nicht in den Windverhältnissen zu liegen. Das *Lyda*-Vorkommen in dieser Größe ist bisher offensichtlich auch in zeitlicher Ausdehnung unübertroffen. Es dauert rund 20 Jahre und umfaßt ein Gebiet von nahezu 2000 ha, von dem einige hundert Hektar aufs schwerste geschädigt wurden. Eine Bekämpfung blieb bisher mehr oder weniger erfolglos und es wurde der Weg über die Anpflanzung anderer Bestände in Angriff genommen.

2. Das Ei der *Lyda* wird vor und nach der Ablage gekennzeichnet. Während der Eireifung an der Kiefernnadel verändert sich das Ei, so daß das Alter geschätzt werden kann. Die Art und Weise der Eiablage wird dargestellt.

3. Das geschlüpfte Räupchen beginnt mit dem Fraß von Maitriebnadeln. Zwischen der 4.—5. Häutung geht die Raupe zum Fraß alter, vorjähriger Nadeln über. Diese Eigenart des Platz- und Futterwechsels tritt auch im Freiland zutage. Während dieser Entwicklungsstufe spinnt sie längs des Zweiges eine dichte Wohnröhre.

Im Fraß ist sie im Laboratorium sehr sparsam, im Freiland scheint dies jedoch nicht im gleichen Grade der Fall zu sein, denn im Gespinst liegen vielfach Nadelreste. Der Vorgang des Fraßes am einzelnen Trieb wird beschrieben. An Maitrieben selbst wird im basalen Drittel der stärkste Fraß ermittelt.

Die an der Krone entstehenden Veränderungen werden durch 4 Schädigungsgrade (Fraßform I—IV) gekennzeichnet, mittels deren man die Schäden eines Waldes näher anzugeben vermag. Bilder veranschaulichen diese Formen und geben auch einen Eindruck von manchen nebeneinander liegenden Ungleichheiten des Befalls. Das Lichtwerden der Krone entsteht nicht allein durch ein starkes Befressen aller Triebe, sondern durch den starken Fraß wurden viele Triebe zum Absterben ge-

bracht. Durch den Austrieb schlafender Augen kommt kein Ausgleich zustande.

Mittels Messungen jährlichen Zuwachses an Stammscheiben und Bohrspänen wird die Größe der Ertragsschädigung infolge der Fraßschäden aufgezeigt. Bei starken Fraßschäden sinkt der jährliche Zuwachs und ist praktisch bedeutungslos. Der Ausfall des Holzertrages setzt allmählich, von Jahr zu Jahr steigend ein. Eine Nichtbeachtung dieser Tatsache hat schwere Schäden im Holzertrag zur Folge.

4. Die Larve überdauert 2—3 Winter in der Humusschicht. Die Dauer der Larvenruhe im Boden ist von klimatischen Einwirkungen in geringem Grade abhängig. An sonnigen Stellen vollziehen sich die Umwandlungen rascher, wie auch im Laboratorium ein frühzeitiges Schlüpfen erreicht werden kann. Eine ungleiche Schlüpfzeit zeigt sich auch darin, daß die Lyden alljährlich schwärmen, wenn auch gelegentliche besonders starke Flugjahre auftreten. Dieses Überliegen der Larven im Erdreich trägt wesentlich dazu bei, daß ungünstige Witterung eines Jahres dem Schadbefall keinen allzu großen Abbruch tut.

Vor der Verpuppung treten die sogenannten Puppenaugen auf, welche die nächstjährige Imaginalgeneration ermitteln helfen. Bereits im Januar kann durch Einbringen von Bodenlarven ins Zimmer und Schlüpfenlassen der annähernde Hundertsatz der diesjährigen Fluggeneration festgestellt werden, das für Vorbereitungen zur Bekämpfung notwendig sein kann.

5. Das Puppenstadium währt nur wenige Wochen. In dieser Zeit sind die Individuen gegen Umweltsveränderungen sehr empfindlich.

6. Auf die Lebensweise der Imagines wird nur kurz eingegangen, bereits im Schrifttum in Verbindung mit der Bekämpfung durch Leimringe bereits mehrererorts hingewiesen wurde.

7. Die natürlichen Feinde der *Lyda* werden erwähnt. In unserem Gebiet konnten nur wenige natürliche Feinde festgestellt werden: es waren dies die Schlupfwespe *Xenoschesis fulvipes* Grav. und die Tachine *Pseudopachystylum goniacoides* Zett. Letztere kommt in reichlichem Maße vor und ist mit der *Lyda* vergesellschaftet. Die Tachine entwickelt sich in den Larven und die verpuppungsreifen Maden kriechen vor der Tönnchenbildung aus den Bodenlarven aus.

Als besonders aussichtsreich für eine biologische Bekämpfung scheinen Ameisen zu sein. Deren künstliche Vermehrung und Hege ist mit geringen Unkosten verbunden, leicht durchführbar und hilft eine fühlbare Lücke in der Lebensgemeinschaft des Waldes schließen.

8. Auf Grund der Lebensweise der *Lyda* werden Hindernisse bei einer Bekämpfung besprochen und besonders auf die Anlage einer dichten Wohnröhre hingewiesen, welche der Raupe weitgehenden Schutz gegen Spritzgifte bietet. Auch vermag sich die Afterraupe durch frühzeitiges zu Bodengehen bei Nahrungsmangel und Umbildung zur Bodenlarve den Gefahren zu entziehen. Demgemäß dürfte eine chemische Bekämpfung

in den ersten Entwicklungsstufen der Afterraupen am ehesten von Erfolg begleitet sein. Erkennungsmittel für die Altersstadien der Raupen sind genügend verfügbar.

9. Ein Massenauftreten der *Lyda* entsteht nicht sprunghaft wie etwa das der Nonne, sondern benötigt mehrere Jahre. Ebenso steigert sich der Schaden an den Bäumen von Jahr zu Jahr und die Bäume siechen dahin, so daß beim Außerachtlassen der *Lyda*-Schädigung oft mehrere Jahre nutzlos vergehen, d. h. das befallene Gebiet ohne Holzertrag bleibt.

10. Es erscheint im Hinblick auf die Erhaltung der natürlichen Schranken, die der mengenmäßigen Entwicklung jedes Individuums in seinem Raume gegeben sind, sehr vonnöten, wenn man die natürliche Lebensgemeinschaft kennt, mengenmäßig erfaßt und ständig überwacht. So läßt sich jede unliebsame Überraschung durch eine einseitige Massenvermehrung eines Tieres vermeiden und die Schäden auf ein erträgliches Maß herabsetzen. Der Weg hierzu ist die Kenntnis und Schaffung einer ausgeglichenen Lebensgemeinschaft und die Überwachung durch eine biologisch geschulte Mitarbeitergruppe.

Schrifttum

ALTUM, Lebensweise und Bekämpfung der *Lyda pratensis* FABR (*stellata* CHRIST.). Zeitschrift f. Forst- u. Jagdwesen **31**, 471—478, 1899.

BAER, W., Beobachtungen über *Lyda hypotraphica* usw. Thar. Forstl. Jahrbuch **16**, 1903. Zitiert nach PARST.

— — Die Tachinen als Schmarotzer der schädlichen Insekten. Zeitschr. f. angew. Entomologie **7**, 349—423, 1921.

BAY, EL., La Lyda stellata nelle pinete dell' Aquilana. La Rivista forestale italiano (Roma) IV, 45—51, 1942.

BRAUNMÜHL, R. v., Arsen-Motorbestäubung in Oberschlesien. Der Deutsche Forstwirt **12**, 491/492, 1930.

BURGWEDEL, A., Ameisen als Raupenvertilger. Land und Frau (Berlin) S. 160, 1917.

CANTZLER, TH., *Formica rufa*: Die rote Waldameise. Deutsche Forstzeitung **7**, 156—157, 1938.

ECKSTEIN, FRITZ, Ein Beitrag zur experimentellen Parasitologie der Insekten. Zeitschr. f. Parasitenkunde **2**, 571—582, 1930.

ECKSTEIN, K., Über die Methoden neuzeitlicher Maßregeln gegen Insektenschäden im Walde. Anz. f. Schädlingskunde Heft 1, 2 und 3, 1926.

— — Zur Biologie der Gattung *Lyda* Fabr. Zool. Jahrb., Abt. f. Syst. **5**, 425—436, 1890.

— — Die Kiefer (*Pinus silvestris* L.) und ihre tierischen Schädlinge I. Bd. Berlin, Verlag Paul Parey, 1893.

ENSLIN, E., Die Blatt- und Holzwespen (Tenthrediniden) Mitteleuropas, insbesondere Deutschlands. In: Die Insekten Mitteleuropas, insbesondere Deutschlands. Herausgegeben von CHR. SCHRÖDER. Bd. III (III. Teil). Stuttgart 1914.

ESCHERICH, K., Die Forstinsekten Mitteleuropas Bd. V. Berlin 1942.

ESCHERICH, K. und W. BAER, Tharandter zoologische Miscellen. Eizahl von *Lyda stellata*. Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtschaft **11**, 98—109, 1913.

GÖSSWALD, K., Versuche zur Vermehrung der roten Waldameise. Landw. Jahrbuch **90**, 250—252, 1940.

— — Rassenstudien an der roten Waldameise *Formica rufa* L. auf systematischer, physiologischer und biologischer Grundlage. Z. f. angew. Entomologie **28**, 62—124, 1941.

GÖSSWALD, K., Ist nun die rote Waldameise nützlich oder schädlich? Anz. f. Schädlingsk. **17**,1—7, 1941.

HARTIG, TH., Die Aderflügler Deutschlands. I. Bd. 1837.

HIBSCH, J. E., Geologische Karte des Böhmischen Mittelgebirges. Tetschen 1915.

KALLINA, Die 36. Versammlung der Forstwirthe von Mähren und Schlesien. Verhandl. d. Forstw. von Mähren und Schlesien 2. Heft, 1883.

KOCH, RUD., Bestimmungstabellen der Insekten an Kiefer und Lärche nach den Fraßbeschädigungen. 2., neubearbeitete Auflage. Berlin 1932.

KONOW, FR. W., Systematische und kritische Bearbeitung der Blattwespentribus *Lydini*. Annalen d. k. k. naturhistor. Hofmuseums **12**, Heft 1, 1—32. Wien 1897.

— — Dasselbe II. Teil. Ebenda Heft 2, 231—255, 1897.

LANG, GG., Das Auftreten der Fichtengespinstblattwespe in den bayr. Staatswäldern des Fichtelgebirges usw. Forstl. naturw. Z. **2—6**, 1893—1897.

MICHEL, HERM., Geologisch-petrographische Untersuchungen im Gebiet der Erzgebirgsbruchzone westlich Bodenbach. Tschermaks mineral. u. petrogr. Mitteilungen **32** (N. F.), 281—401, 1914.

MÜLLER, DANIEL ERNST, Über den Afterraupenfraß in den fränkischen Kiefern-Waldungen vom Jahre 1819/1820 nebst Anleitung zum Schutze der Nadelwaldungen usw. Aschaffenburg, Verlag D. Knode, 1824.

Neudammer Förster-Lehrbuch. 8. Aufl. Neudamm 1929.

NÜSSLIN, O. und L. RHUMBLER, Forstinsektenkunde. 4., neubearb. und verm. Auflage. Berlin 1927.

PARST, Die Fichtengespinstblattwespe (*Lyda hypotrophica* Htg.) im Roggenburger Forst. Zeitschr. f. angew. Entomologie **3**, 75—96, 1916.

PRELL, HCH., Die Organisation des forstlichen Meldedienstes in Sachsen. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. u. Pflanzensch. **48**, 539—550, 1938.

RATZEBURG, Die Waldverderber und ihre Feinde. 1850 und 1876.

RUDOW, F., Einige Beobachtungen, das Leben der Blattwespengattung *Lyda* betreffend. Intern. Entom. Zeitschrift Guben II, S. 72ff., 1908.

SAJÓ, K., Zur Lebensweise von *Lyda erythrocephala* L. und *Lyda stellata* CHRIST. Forstl. naturw. Zeitschr. **7**, 237—247, 1898.

— — Nützlichkeit der Ameisen. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. **12**, 279—281, 1902.

SCHEIDTER, FR., Forstentomologische Beiträge. 4. Parasiten aus den Eiern der *Lyda stellata* CHRIST. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz **36**, 146—151 (1926).

— — Zur Lebensweise der Kiefernbestandes-Gespinstblattwespe *Lyda stellata* CHRIST. Ebenda **36**, 202—209, 1926.

— — Die Kiefernbestands-Gespinstblattwespe (*Lyda stellata* CHRIST.). Forstl. Flugblätter Nr. 9. Neudamm.

SCHMIEDEKNECHT, O., Die Hymenopteren Mitteleuropas. Jena 1930.

SCHRÖDER, CHR., Handbuch der Entomologie. Jena 1929.

SCHWERDTFEGER, F., Zur Kenntnis der Kiefernschonungsgespinstblattwespe (*Acantholyda erythrocephala* L.). Zeitschr. f. angew. Entomologie **28**, 125—136, 1941.

— — Über die Ursachen des Massenwechsels der Insekten. Ebenda **28**, 254—303, 1941.

SIHLER, Über das Auftreten der Fichtengespinstblattwespe in den Fichtenwäldern Oberschwabens. Silva Nr. 31, 1913.

TITSCHACK, E., Über den Einfluß der Massenzucht auf das Einzeltier. Forschungen und Fortschritte **13**, Nr. 28, 1937.

WEBER, H., Grundriß der Insektenkunde. Jena 1938.

WIEHL, J., Verhandlungen über Insektenschäden am 28. Juli 1896 in Römerstadt in der 50. Generalversammlung des mähr.-schlesischen Forstvereins. Verhandlungen der Forstwirte von Mähren u. Schlesien **47**, 458—460, 1896.

WILKE, EMIL, Fettkörper, Speicheldrüse und Vasa Malpighi der Blattwespenlarven. Zool. Anz. **52**, 249—254, 1921.

Aus der Forstschutzstelle Ost, Forstamt Breitenheide/Ostpr.

Zur Lebensweise der kleinen Fichtenblattwespe *Lygaeonematus abietum* Htg. (= *Lyg. pini* Retz.) in verschiedenen Bestandsformen des Forstamtes Eichwald, Ostpreußen

Von

Dr. rer. nat. OTTO-FRIEDRICH NIKLAS

Mit 8 Abbildungen

Inhalt

A. Vorwort

Die kleine Fichtenblattwespe, *Lygaeonematus abietum* Htg. (= *Lyg. pini* Retz.)[1]) hat sich seit etwa 1931 auch in Ostpreußen von einem gelegentlich auftretenden Schadkerf zu einem gefährlichen Dauerschädiger der Fichtenbestände entwickelt. Zunächst auf Reviere im Nordosten der Provinz beschränkt, dürfte sie bis zum heutigen Tage alle ihre Fichtenstandorte befallen haben, war sie 1939 doch schon an den Fichten des Forstamtes Breitenheide in der Johannisburger Heide zu finden. Am schwersten betroffen sind zweifellos die sogenannten Lehmreviere im Raum zwischen Gumbinnen, Labiau und Königsberg. Hier ist seit etwa 1931 das langsame Vordringen der Blattwespe laufend verfolgt und vom Revier-

---

[1]) Ich folge hier der Namenwahl von ESCHERICH, siehe Band V, S. 141.

verwalter des Forstamtes Eichwaldes immer wieder auf die zunehmende Gefahr hingewiesen worden (Reier, 1938) und hier begann auch die Forstschutzstelle 1938 ihre Vorarbeiten für eine Bekämpfung, deren Dringlichkeit wegen des Zustandes der Befallsgebiete offenkundig genug war. Außerdem unterstrich die ausführliche Gesamtarbeit Nägelis (1936) die Gefährlichkeit dieses Schädlings nachdrücklich. Die erwähnten Vorarbeiten führten im Auftrage des Herrn Reichsforstmeisters 1939 zu einem Großversuch, der die Bekämpfungsmöglichkeiten und -verfahren grundlegend erarbeiten sollte (vgl. Fischer, 1942).

Eingehende biologische Untersuchungen waren anfänglich nicht vorgesehen. In Anbetracht der Bedeutung dieses Schädlings wurde aber doch versucht, sie aufzunehmen, und es bot sich Gelegenheit, im Befallsgebiet eigene Beobachtungen anzustellen und nach bestimmtem Plane laufende Untersuchungen einzuleiten und durchführen zu lassen. Sie sollten, ähnlich dem Bekämpfungs-Großversuch, die Richtung für künftige und eingehendere Arbeiten weisen.

Der Ausbruch des Krieges verhinderte die Durchführung dieser Pläne und selbst die Auswertung der bisher gewonnenen Untersuchungsergebnisse mußte für mehrere Jahre unterbleiben; alle Angehörigen der Forstschutzstelle Ost rückten zur Wehrmacht ein. Inzwischen konnte Fischer unabhängig von den Untersuchungen des Verfassers die Darstellung der Bestäubungsversuche aus dem Jahre 1939 abschließen (Fischer, 1942); der ursprüngliche Plan, beides gemeinsam zu veröffentlichen, war den Verhältnissen nach undurchführbar. Die eingebrachten biologischen Proben bedurften erst sorgfältiger Auswertung, ehe sie zusammenfassend überblickt und dargestellt werden konnten. Dies war immer nur ganz gelegentlich möglich, zog sich über lange Zeit hin, und so folgen erst jetzt zu der Bekämpfungsarbeit auch die biologischen Untersuchungsbefunde. Daß sie manche Lücken und Unvollständigkeiten haben, muß der eben geschilderten Entstehungsweise zugute gehalten werden [1]).

B. Untersuchungsgrundlagen und Arbeitsweise

Wie in anderen schwer befallenen Gebieten (z. B. Naunhof-Sachsen, siehe Mehner, 1928) trat die kleine Fichtenblattwespe in Eichwald nicht nur in den Dickungen, allenfalls noch in den Jungwüchsen auf, sondern hatte im Frühjahr 1939 ziemlich alle Fichtenstandorte befallen, Reinbestände von Jungwüchsen bis zu Althölzern ebenso wie die verschiedensten Mischbestände. Darauf war der Arbeitsplan für die biologischen Untersuchungen abgestellt. Im Einvernehmen mit dem Herrn Revier-

---

[1]) Meinen Dank für Hilfe und Anteilnahme an dieser Arbeit spreche ich hiermit aus: Herrn Oberforstmeister Trebeljahr-Gumbinnen, Herrn Forstmeister Scheer-Eichwald und dem Leiter der Forstschutzstelle Ost, Herrn Forstmeister Wellenstein-Breitenheide; ganz besonders aber meinem Kameraden, Forstreferendar H. Fischer, für seine Unterstützung bei der Durchführung der Freilandarbeiten.



Abb. 1. Lage von Versuchsflächen (I—V) und Bestäubungsgebieten (stark umrandet) im Forstamt Eichwald. Punktiert: Wiesen, einfach geschrafft: Befallene und stark befressene Dickungen, kreuzweise geschrafft: Stangenorte und jüngere Baumhölzer mit starken Zuwachsschäden (Ausschnitt aus der Revierkarte, Befall nach dem Stand vom Mai 1939)

verwalter und unter Berücksichtigung der Bekämpfungsplanung wählte ich aus den hauptsächlichsten Besfands- und Befallsformen fünf Versuchsflächen (Beschreibung siehe weiter unten). Hier sollten die laufenden Untersuchungen erfolgen. Zeit wie verfügbare Mittel gestatteten meinen ständigen Aufenthalt im Schadgebiet, selbst während der Hauptfraßzeit, nicht. Das freundliche Entgegenkommen des Herrn Landforstmeisters in Gumbinnen ermöglichte aber mehrere drei- bis viertägige Reisen nach Eichwald, die zu persönlichen Beobachtungen und zur Einweisung wie zur Überwachung der laufenden Untersuchungen dienten.

Vor Beginn des Wespenschlüpfens fanden auf allen Versuchsflächen Kokonsuchen statt, durchgeführt mit Hilfe von sechs Jungen des benachbarten Landjahrlagers Luisenberg, unter Aufsicht eines älteren, zuverlässigen Waldarbeiters[1]). Die Kokons dienten zu Schlüpf- und Sterblichkeitsuntersuchungen in der Forstschutzstelle Ost.

Nach Beginn des Wespenschlüpfens, im letzten Drittel des Mai, setzten die laufenden Probeastungen ein, sie dauerten bis Ende Juni. Hierzu wurden drei- bis viertägig auf jeder Versuchsfläche mehrere Früh- und Spättreiber, möglichst Mittelstämme aus dem geschlossenen Bestande,

[1]) Durch persönliche Nachsuche wurden praktisch alle Kokons der Bodenproben erhalten, der Übersehfehler fälschte die Ergebnisse also nicht.

gewählt; mehrere Stämme mußten es deshalb sein, weil die Wespen zur Eiablage wie zur Entwicklung die endständigen Triebe mit stärkstem Lichtgenuß benutzen und einzelne Stämme dann zur Astung nicht ausgereicht hätten. Lediglich auf der Versuchsfläche III, einem Fichtenjungwuchs, unterblieb die Trennung nach Früh- und Spättreibern. Zur Astung wurden Zweige der Wipfelzone vorsichtig abgenommen, auf untergehaltenen Tüchern gesammelt, die Maitriebe ausgebrochen und samt allen hierbei etwa abgefallenen Larven in Gläser mit 70prozent. Alkohol getan. Diese Art der Aufbewahrung hat sich daraus bewährt, die noch ungeschlüpften Eier blieben gut erhalten und lösten sich auch nicht aus ihren Eischüsseln, ebenso erlitten die Larven keine Veränderungen.

Im Sommer 1939 untersuchten unsere Facharbeiter diese Astungsproben in der Forstschutzstelle Ost[1]). Sie maßen die Länge jeden Triebes (ausgestreckt, in Millimeter von Ansatz bis Triebspitze), lösten alle Nadeln mit abgelegten Eiern oder Ablageversuchen, die an der bräunlichen Verfärbung leicht kenntlich sind, ab und taten sie mit den ebenfalls herausgesuchten Larven in Gläser, vermerkten dazu Länge, gefundene Eier nach „geschlüpt" und „nicht geschlüpft" getrennt sowie Zahl der Larven jeden Triebes in Listen. Der durch Überprüfung festgestellte Übersehfehler war verschwindend klein. Ich selbst untersuchte (siehe Abschnitt: Larvenentwicklung) die Entwicklungsstufe der Larven und den Gesundheitszustand wie gegebenenfalls den Schmarotzerbefall von Eiern und Larven; dies zog sich, entsprechend den nur gelegentlichen Arbeitsmöglichkeiten während meiner Frontzeit bis in das Jahr der Veröffentlichung hin.

Im August 1939 erfolgten abschließend nochmals Bodenuntersuchungen. Da in Eichwald Hilfskräfte nicht mehr verfügbar waren, kam die Erde in Säcken nach Breitenheide (siehe auch Reier). Durch den Kriegsausbruch unterblieb aber die geplante Untersuchung dieser Proben, sie verdarben und fielen aus.

Die Beobachtungen allgemeiner Art betrafen Schwärmstärke, Eiablage und sonstige Lebensvorgänge. Zu ihrer Erleichterung befand sich auf Versuchsfläche I eine Beobachtungskanzel (Abb. 2a), auf deren oberer Plattform ein Lambrechtscher Thermohygograph in Englischer Hütte Temperaturbeobachtungen diente..

Auf Grund des Schrifttums über die Fichtenblattwespe deren wichtigste Lebenserscheinungen hier in gedrängter Form zusammenzustellen, erübrigt sich. Die Arbeit von Nägeli stellt alles bis zum Jahre 1936 bekannt gewordene, ergänzt durch eingehende eigene Untersuchungen, erschöpfend zusammen und in Einzelheiten wird dort doch immer Rat geholt werden müssen. Die seitdem veröffentlichten Arbeiten ergänzen sie in biologischer und bekämpfungstechnischer Hinsicht durch Unter-

[1]) Die peinlich genaue Arbeit des Facharbeiters H. Grodde möge hier besonders dankbare Erwähnung finden.

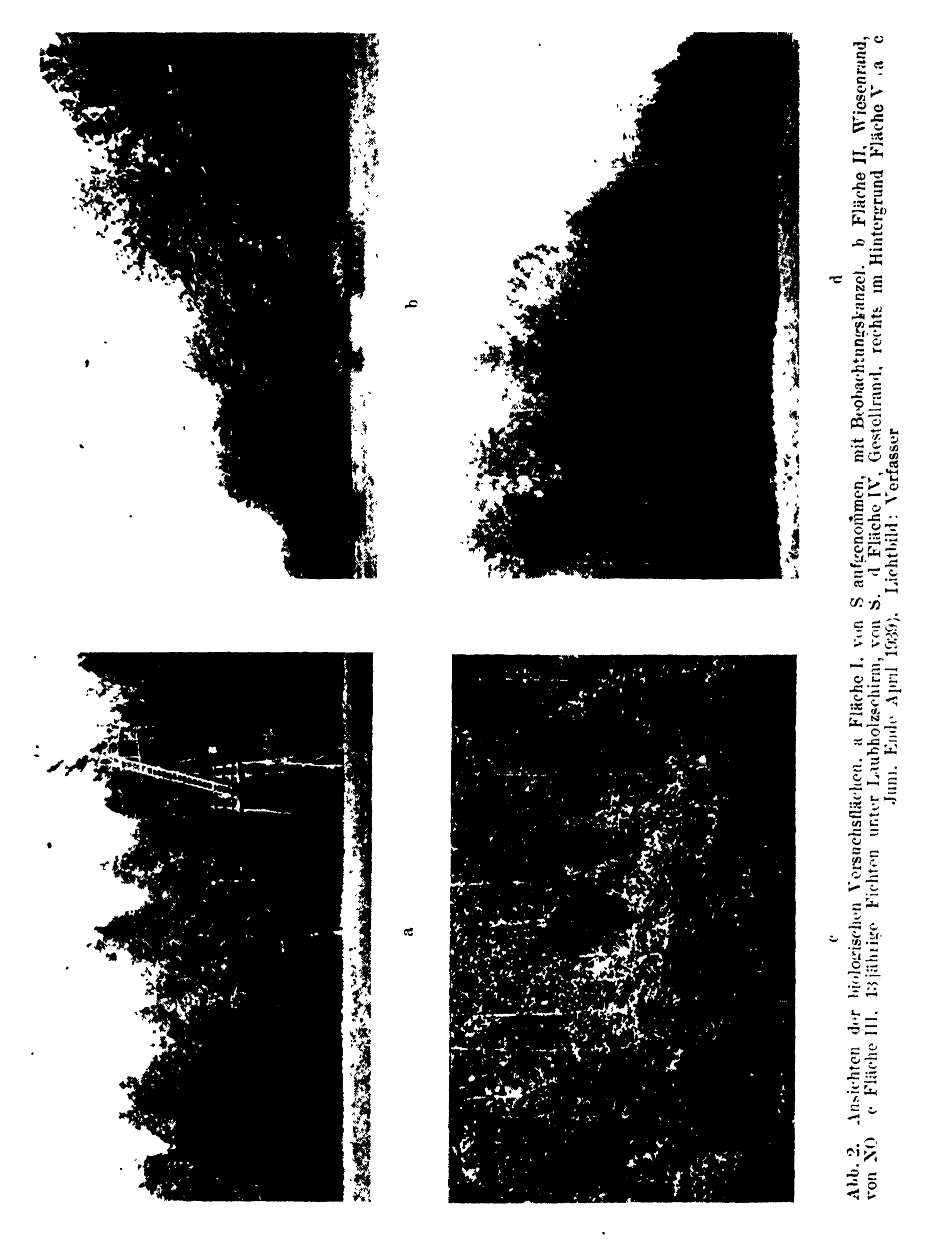


Abb. 2. Ansichten der biologischen Versuchsflächen. a Fläche I. von S aufgenommen, mit Beobachtungskanzel. b Fläche II, Wiesenrand, von NO c Fläche III. 13jährige Fichten unter Laubholzschirm, von S. d Fläche IV, Gestellrand, rechts im Hintergrund Fläche V (a c Juni. Ende April 1939). Lichtbild: Verfasser

suchungsbefunde aus dem ostpreußischen und sächsischen Schadgebiet (REIER 1938, FISCHER 1942, GÄBLER 1940). Außerdem faßt ESCHERICH in seiner Bearbeitung der *Tenthredinini*, Band V der „Forstinsekten Mitteleuropas“, unsere Kenntnisse über die kleine Fichtenblattwespe ebenfalls zusammen. Alle diese Arbeiten sind hier herangezogen worden. Durch die Niederschrift im Kriege mußte eine umfangreiche Berücksichtigung des allgemeinere Fragen behandelnden Schrifttums naturgemäß unterbleiben.

C. Die Lebensweise der kleinen Fichtenblattwespe in verschiedenen Bestandsformen

1. Die Versuchsflächen

Das Forstamt Eichwald liegt etwa 10 km orstwärts der Stadt Insterburg. Zu den sogenannten ostpreußischen Lehmrevieren gehörig, besteht der Boden dort aus meist sandigen Lehmen bis schweren Tonen. Hauptholzart ist die Fichte, sie bildet mit den verschiedensten Laubhölzern sehr reiche Mischbestände und die üppig entwickelte Bodenflora weist auf einen im allgemeinen guten Bodenzustand hin. Stellenweise jedoch, besonders in den Beständen mit geringerem Laubholzanteil, zeigt sich ausgesprochene

Tabelle 1

Übersicht über die Bestandsverhältnisse der Versuchsflächen

Versuchsfläche	I	II	III	IV	V
Jagen, Försterei	Jg 54 Försterei Rehwiese	Jg. 55 Försterei Rehwiese	Jg. 81 Försterei Rehwiese	Jg. 111 Försterei Laugallen	Jg. 111 Försterei Laugallen
Bestandsalter der Fichte	30—35jähr. etwas ungleichwüchsig	20—45jähr. Fichtenhorst	13jahr. Fichtenkultur	25jähr. Fichtendickung	80jähr. Altholz
Schlußgrad des Fichtenbestandes	0,9—1,0	0,6	weitstandig	1,0	0,8
Laubholzbeimischung	Auf ganzer Flache mit etwa gleichaltrigen Birken u Aspen horst- und gruppenweise durchstellt	Von vorwüchsigen Aspen und Alteichen umgeben	Lockerer Schirm 15jähriger Birken und Aspen	Vorwüchsige Birken und Linden	Gruppenweise und einzelständige Laubholzbeimischung; Hainbuche, Linde, Eiche
Laubholzanteil	0,3	—	0,6	0,4	0,2
Bodenbewuchs	Nur stellenweise spärlicher Bodenbewuchs	Nur stellenweise Graswuchs	Hoher Graswuchs, Brombeergebüsch	Graswuchs	Unterwuchs Linde 0,2 dürftiger Graswuchs, Oxalis
Stammgruppen	St. 1: Frühtreiber St. 2: Spättreiber	St. 3: Fruhtreiher St 4: Spättreiber	St. 5,6	St. 7: Frühtreiber St. 8: Spättreiber	St. 9: Frühtreiber St. 10: Spättreiber

Rohhumusbildung und ebenso finden sich vielfach anmoorige Böden mit hohem Feuchtigkeitsgehalt.

Zur näheren Kennzeichnung der Versuchsflächen sei zunächst die Abb. 1 vorangestellt. In einem Revierkartenausschnitt sind hier einige der Befallsgebiete eingetragen, die sich, obwohl alle Fichtenbestände von der Blattwespe befallen waren, im Gesamtbilde besonders heraushoben. Die Karte veranschaulicht daneben die Lage der biologischen Versuchsflächen und die der nächstgelegenen Bestäubungsgebiete.

Die Bestandsverhältnisse der Versuchsflächen erläutert die Tabelle 1, sie erübrigt weitere Beschreibungen, zumal die Lichtbilder der Abb. 2 auch eine ungefähre Vorstellung der Bestandsbilder vermitteln.

Lediglich bei den Früh- bzw. Spättreibern bedarf es noch einiger erklärender Worte. Auf jeder Versuchsfläche wurde zu Beginn der Eiablage eine Gruppe von möglichst soeben treibenden Fichten ausgewählt und für die späteren Astungen bezeichnet. Bei den Spättreibern geschah das gleiche entsprechende Zeit darauf. Irrtümer waren dabei nicht ausgeschlossen, ist es doch bekannt, daß schon das Treiben am einzelnen Stamm in dessen verschiedenen Kronenbereichen und je nach deren Stellung zum Licht verschieden früh beginnt. Man kann demnach aus den ersten Anfängen des Treibens nicht ganz sicher auf dessen Gesamtverlauf an dem betreffenden Stamm schließen (siehe MITSCHERLICH und WELLENSTEIN 1942).

2. Das Austreiben der Fichten

Um das Austreiben der Fichten auf den Versuchsflächen zu veranschaulichen, bildete ich je Astung einer Stammgruppe die arithmetischen Mittel der Trieblängen und gewann so das Bild vom Wachsen der Maitriebe, wie es die Abb. 3 zeigt. Sie ergänzt die Tabelle 1 in der näheren Beschreibung der Versuchsflächen. Auf den ersten Blick ist in Fläche II das nahe Beieinanderliegen der beobachteten Früh- und Spättreiber zu erkennen, es sind also hinsichtlich des Austreibens nicht genügend unterschiedene Stämme ausgewählt worden und dies konnte, da die Astungen inzwischen begonnen hatten, im Verlauf der Untersuchung auch nicht mehr geändert werden. Im folgenden sind diese Verhältnisse natürlich berücksichtigt. Außerdem sind unter den Spättreibern noch längst nicht die spätesten Formen ausgeschieden worden. FISCHER gibt über das Austreiben einige Beobachtungen, die ich nachstehend zusammenfasse:

	Dickung	Altholz
6. 5.— 8. 5.	An Südrändern der Bestände offene Triebe an einigen Fichten.	
11. 5.—15. 5.	Früheste Maitriebe gestreckt	Außer an Südrändern kaum ausgesprochene Frühtreiber
2. 6.	Frühe Maitriebe 10 cm lang, Spättreiber noch mit geschlossenen Knospen.	

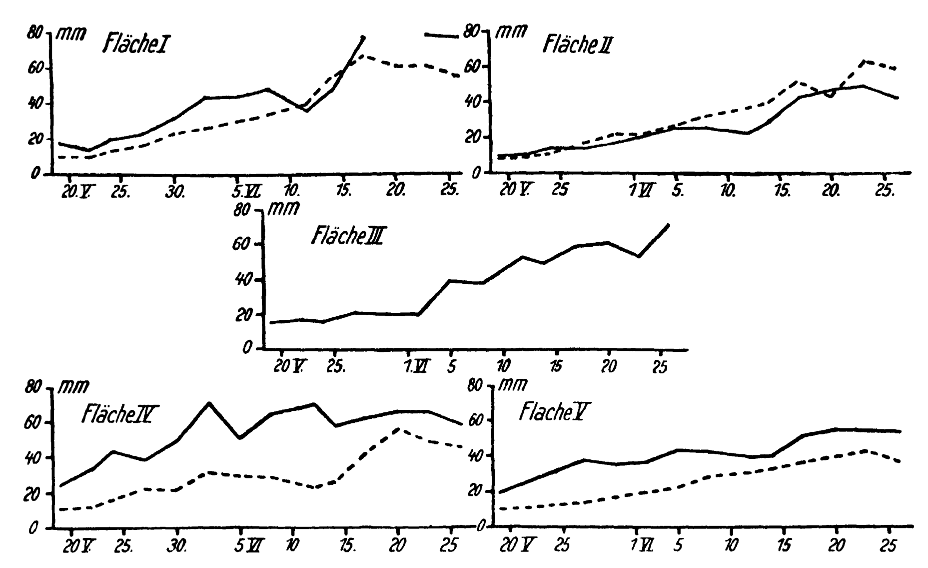


Abb. 3. Austreiben der Fichten auf den Versuchsflächen — Trieblänge in Millimetern, (Triebansatz — Spitze). Tageswerte sind arithmetische Mittel, gemessen wurden im Mittel je Stammgruppe (Früh- oder Spättreiber) und Tag: I = 88, II = 108, III = 89, IV = 91 und V = 90 Triebe. (Ausgezogene Linie = Früh-, gestrichelte = Spättreiber: Fl. III: Früh- und Spättreiber nicht unterschieden)

Das Austreiben ist also ebensosehr eine Frage der Veranlagung des Stammes wie der standörtlichen und klimatischen Einflüsse. Die Zahl der frühesten, bis zum Beginn der Eiablage ausgetriebenen Fichten betrug insgesamt etwa 25 % (Fischer 1942).

Diese teilweise Abhängigkeit des Treibens von rein äußerlichen Bedingungen gestaltet auch die Beziehung zwischen diesem und dem Fraßgrad von Jahr zu Jahr anders, sie ist weder überall gleichartig noch eindeutig. In der Tabelle 2 sind die Korrelationen zwischen Fraßgrad und Fichtentreiben zusammengestellt. Sie beruht auf einer Ermittlung vom 25. Mai 1939, als Frühtreiber (F) galten dabei Stämme, die an diesem Tage 5 und mehr Zentimeter lange Triebe hatten, bei Mitteltreibern (M) waren sie etwa 2 cm lang und hatten noch ihre Knospenschuppen, bei Spättreibern waren die Knospen geschlossen oder eben erst im Öffnen begriffen. Der Fraßgrad wurde in vier Stufen, von 0—3, geschätzt, er gab den Stand des Vorjahres an.

Auf Fläche I (Fichtendickung) waren die Frühtreiber schwach und die Spättreiber stärker befallen; auf Fläche II (Fichtendickung) dagegen die Frühtreiber recht stark. Der Fichtenjungwuchs, Fläche III, wies nur schwachen Befall auf, lediglich die Spättreiber waren etwas stärker befressen. Auf Fläche IV (Dickung) waren wieder die Frühtreiber am geringsten befallen, bei dem Altholz (Fläche V) ebenfalls, nur war hier insgesamt der Fraß etwas stärker gewesen, wie man an dem Fehlen ganz verschont gebliebener Fichten erkennt. Es sei aber hier auf Fischers Feststellung hingewiesen, wonach dieses Bild ganz verschieden sein kann,

Tabelle 2

Korrelation zwischen Fraßgrad und Fichtentreiben

Aufgenommen am 26. Mai 1939, F = Früh-, M = Mittel- und S = Spättreiber; alles weitere siehe Text

Fläche I (Dickung) — n = 32 Stämme

S	—	2	8	2
M	—	4	5	1
F	1	8	1	—
Fraßgrad	0	1	2	3

Fläche II (Dickung) — n = 30 Stämme

S	—	—	4	—
M	—	1	3	5
F	—	4	4	9
Fraßgrad	0	1	2	3

Fläche III (Jungfichten) — n = 32 Stämme

S	7	1	3	1
M	6	4	—	—
F	9	1	—	—
Fraßgrad	0	1	2	3

Fläche IV (Dickung) — n = 39 Stämme

S	—	—	7	6
M	—	5	4	4
F	9	3	1	—
Fraßgrad	0	1	2	3

Fläche V (Altholz) — n = 28 Stämme

S	—	1	7	2
M	—	6	2	—
F	—	8	2	—
Fraßgrad	0	1	2	3

je nach dem Zeitpunkt einer solchen Befallsaufnahme. Die mitgeteilten Befunde sind daher nur als Anhalt zu werten (vgl. hierzu GÄBLER 1940, der 1939 in Sachsen bei spätem Frühjahr gerade die Frühtreiber stark befressen fand).

3. Kokonuntersuchungen

Wie bekannt, stellt die Larve der kleinen Fichtenblattwespe bestimmte Anforderungen an den Verpuppungsort, so daß die Kokonverteilung im Boden eine ganz unregelmäßige ist, anders als bei den meisten ihre Ruhezeit im Waldboden verbringenden Forstkerfen. Dementsprechend ist die Kokondichte im Waldboden als Maßstab für den Befall nur bedingt zu verwerten. Außerdem stellt die Kleinheit und Unauffälligkeit der Kokons die praktische Durchführung dieses Ermittlungsverfahrens noch mehr in Frage (REIER 1938). Daher können Kokonsuchen im wesentlichen den Gesundheitszustand der Kokons und deren Anteil an etwa überliegenden Ruhelarven ermitteln helfen, Werte allerdings, die für eine Befallsbeurteilung sehr nützlich sind (SCHWERDTFEGER 1941, S. 75).

Tabelle 3

Ergebnisse der Kokonsuchen und -untersuchungen

(Suche Ende April/Anfang Mai. Untersuchung Mai 1939; je Versuchsfläche 8 m² untersucht)

	Fläche I	Fläche II	Fläche III	Fläche IV	Fläche V
Volle Kokons je m² . . .	19,5	19,5	1.9	1.4	26.3
Kokonlänge in mm, M ± m	5,6 ± 0,04	5,1 ± 0.04	5,3 ± 0,13	5.5 ± 0,03	5,8 ± 0,6
n	156	155	15	210	11
Kokongewicht in mg . . .	9	5	8	4	8
Gesund. %	27,7 ± 3,7	19,2 ± 3.3	69 ± 12,8	—	17.2 ± 3.5
Eonymphen, %	25.6 ± 3,6	23,3 ± 3,5	—	—	19,8 ± 4,1
Parasiten, %	27.1 ± 3,7	26,7 ± 3,7	8 ± 7.5	—	26,7 ± 4.1
Andere Todesursachen, % .	19.6 ± 3,3	30,8 ± 3,8	23 ± 11,7	—	36,3 ± 4.5

Formeln zur Mittelwertsberechnung wie bei NIKLAS 1943b verwendet.

In der Tabelle 3 sind die Ergebnisse der Kokonuntersuchungen zusammengefaßt. Es ist dabei zu berücksichtigen, daß zur Suche von vorneherein auf allen Flächen Stellen gewählt wurden, die unter reinen Fichten-Stammgruppen möglichst geringen Bewuchs hatten und die von der Fichtenblattwespe bevorzugten Rohhumusböden erwarten ließen. So dürfen wir in den Kokonzahlen je Quadratmeter Boden zwar keine absoluten Werte sehen, untereinander vergleichbar erscheinen sie mir aber doch. Es fällt nämlich auf, daß die niedrigsten Kokonzahlen dort sind, wo die Bodendecke einen starken Bewuchs aufzeigt: Fläche III und IV. Am höchsten sind sie in Fläche V, bei nur gruppen- und stammweise mit Laubholz untermischtem Altholz. Wesentlich niedriger liegen sie in den Flächen I und II, die einander überhaupt recht ähnlich waren. Die Kokonzahlen

im Boden sind insgesamt nicht groß und recht ähnlich denen, die GÄBLER aus sächsischen Revieren mitteilt (siehe dort, Tab. 5).

Gleiche Feststellungen für unser Schadgebiet trifft auch FISCHER (1943). Zwar leitet er in dem Abschnitt „Standort und Vermehrungsgrad" seiner Arbeit aus Fraßgrad, Bestandsform und Bodenbewuchs rückschließend den Kokonbelag des Bodens her, was nur so weit zutrifft, als die Beziehungen zwischen Bodenzustand und dessen Eignung zum Einspinnen der Larven geklärt sind. Der Fraßgrad jedoch braucht noch nicht mit der Befallsstärke zusammenzuhängen, was weiter unten ausgeführt werden soll.

Die Sterblichkeit insgesamt schwankte zwischen 31 % und 63 %, lag bei den Kokonproben des Fichtenaltholzes (Fläche V) bei höchster Kokondichte auch am höchsten und in den Proben aus dem Fichtenjungwuchs (Fläche III) mit 31 % am niedrigsten; freilich war hier die Zahl der gefundenen Kokons sehr gering. Mit Ausnahme eben dieser Fläche III liegt der Schmarotzerbefall überall fast gleich hoch, die Sterblichkeit aus anderen Gründen schwankt mehr, doch hat es bei den geringen Kokonzahlen wenig Wert, sie im einzelnen aufzuführen. Beziehungen zwischen Kokongröße, -gewicht und -sterblichkeitswerten sind nicht zu erkennen. Hinzuweisen ist nur noch auf die zur Zeit der Untersuchung vorhandenen Eonymphen. Da die Untersuchung Anfang Mai, weniger als zwei Wochen vor dem Schlüpfbeginn stattfand, dürfen wir ihre Zahl mit der der überliegenden Larven gleichsetzen. Nach NÄGELI ist bereits im Herbst vorher die Umwandlung in die Pronymphe bei den im kommenden Frühjahr schlüpfenden Larven erfolgt; sie geht der etwa zwei Wochen vor dem Schlüpfen einsetzenden Verpuppung voran. In Eichwald überlagen 22—26 % der Larven; NÄGELI gibt 3—22 % an. Leider finden sich bei GÄBLER keine Angaben hierzu und auch ESCHERICH stellt aus dem Schrifttum keine weiteren Zahlen zusammen.

Das Schlüpfen der Wespen begann Mitte Mai 1939 und zog sich über drei Wochen hin (siehe auch FISCHER 1943), das Schwärmen etwa bis Mitte Juni (siehe dazu Abb. 4). Schwärmstärken, wie sie NÄGELI „als feinflockiges, aus leuchtenden Punkten bestehendes Schneegestöber" beschreibt, traten in Eichwald nie auf. Die zahlreichen Kerfe im Kronenraum täuschten ähnliches zuweilen vor, genaue Beobachtungen von der Kanzel aus ergaben aber stets die Beteiligung der allerverschiedensten Kerbtierarten daran. Verwechslungen mit anderen *Lygaeonematus*-Arten sind ausgeschlossen, ich stellte in Eichwald nur *Lyg. abietum* fest. Das Auftreten der Wespen war zahlenmäßig recht ausgeglichen und unauffällig, es muß, der Eiablage nach zu urteilen, ungefähr bis um den 25. Juni gedauert haben, also länger, als es FISCHER angibt.

Die Frage nach der Wespenernährung ließ NÄGELI für das Freiland offen. Mir gelang wiederholt die Beobachtung, daß sie die Ausscheidungen der an Fichte sehr häufigen Rindenläuse gerne annahmen, worauf

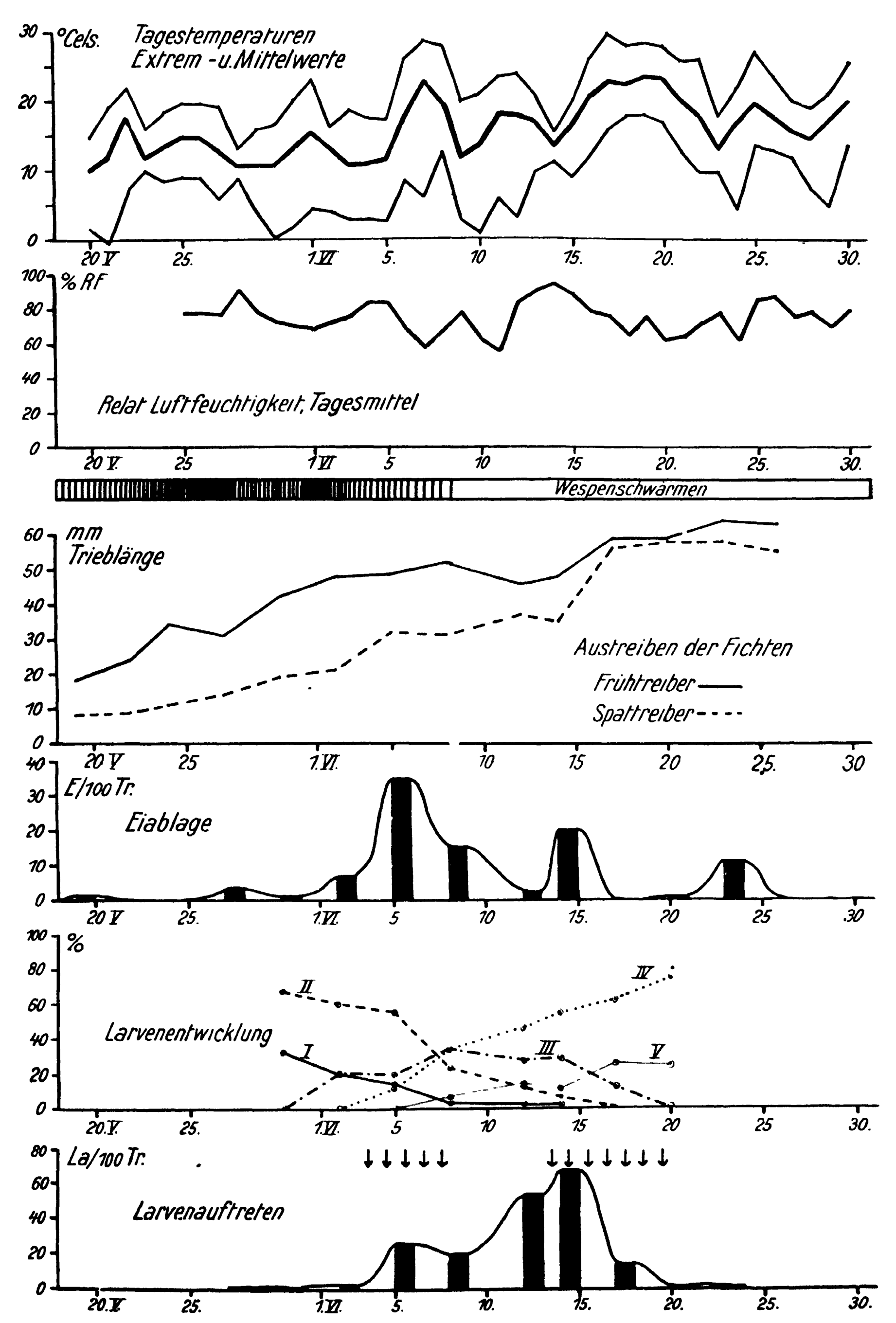


Abb. 4. Temperatur, Luftfeuchte, Fichtentreiben und Blattwespenentwicklung 1939 im Forstamt Eichwald. Temperatur und Luftfeuchte nach Selbstschreiberwerten, Wespenschlüpfen nach allgemeinen Beobachtungen (Stärke durch Dichte der Schraffung angedeutet), Eiablage in ungeschlüpften Eiern je 100 Triebe (E/100 Tr.), Larvenauftreten in Larven (aller Stadien zusammen) je 100 Triebe (L/100 Tr.), Eiablage und Larvenauftreten durch Ausgleichskurve veranschaulicht. Larvenentwicklung gemäß Stadienverteilung je Tag in Prozent. Werte sind Mittel aller Versuchsstämme. Einzelheiten siehe Text. Pfeile in der Darstellung des Larvenauftretens bezeichnen Bestäubungstage

allgemein schon WELLENSTEIN (1928) hinwies und was auch für die Ernährung der Nonnenraupenfliege *Parasetigena segregata* v. FINCK 1942 zu bestätigen gelang.

4. Eiablage

Ehe auf die weiteren Lebenserscheinungen der kleinen Fichtenblattwespe eingegangen wird, sei hier die Abb. 4 eingeschaltet. Sie bringt in Tagesmitteln aller Untersuchungen den Ablauf der wichtigsten Lebensvorgänge, zusammen mit dem Gang von Temperatur und relativer Luftfeuchte im Kronenraum. Diese zeichnerischen Darstellungen dürfen uns aber nicht vergessen lassen, daß sie nur die Mittelwerte aus allen Beobachtungsflächen wiedergeben, die bestandsweise oft erheblichen Unterschiede dagegen nicht. Ohne auf diese zunächst einzugehen, finden wir für Beginn und Ablauf der Eiablage die Angaben FISCHERS bestätigt. Er stellte den Beginn um den 24. Mai 1939 fest, der Höhepunkt lag um den 7. Juni, dann nahm sie schnell ab. Nach den hier genauern Untersuchungen auf breiter Grundlage zieht sich die Eiablage noch bis zum 25. Juni hin, in größerer Stärke allerdings nur auf einzelnen Flächen. Bei NÄGELI dauert sie etwa drei Wochen, im ungünstigeren ostpreußischen Klima mit rund sechs Wochen wesentlich länger.

Abgelegte Eier, ja selbst Ablageversuche, bei denen die Nadel also wohl angeritzt, ein Ei aber nicht eingesenkt wurde, verfärben die Nadel über einen breiten Teil hin bräunlich und lassen sie einschrumpfen. Weiter gilt, daß die Wespen nur eben sich spreizende Triebe, die etwa 20 mm lang sind, zur Eiablage benutzen. NÄGELI fand einmal 39 Eier, im ganzen aber nicht mehr als 6 je Trieb. In Eichwald waren es erheblich mehr, wie nachstehende Übersicht zeigt:

	Eier je Trieb									
	1	2	3	4	5	6	7	8	8	10 und mehr Eier
in	185	103	42	23	16	5	3	6	1	4 Fällen

Als Höchstwert lagen in Eichwald einmal 14 Eier an einem Trieb, an jeder Nadel wie auch bei NÄGELI aber immer nur 1 Ei.

In Abb. 5 sind in Hundertsätzen von allen vorhandenen die noch nicht geschlüpften Eier eingetragen, wie sie sich auf die verschiedenen Trieblängen verteilen. Bei noch nicht geschlüpften Eiern war anzunehmen, daß sie vor höchstens 5, im Mittel wahrscheinlich 4 Tagen abgelegt worden sind. Wenn wir also ungeschlüpfte Eier an Trieben bis zu 100 mm Länge finden, so müssen wir zwar berücksichtigen, daß während der Eientwicklung auch das Triebwachstum beträchtlich voranging, die Triebe also zur Zeit der Eiablage gewesen sein können. Meine Messungen über die Längenzunahme der Maitriebe sind in der Tabelle 4 zusammengefaßt. Über mehrere Tage hin kann es sich demnach um beträchtliche

Werte handeln. Wiederum fand ich Eier auch schon an weniger als 20 mm langen Trieben. Wenn wir also die Eientwicklungszeit und das Wachstum der Fichtentriebe berücksichtigen wollen, so schieben sich in der Abb. 5 die Werte insgesamt etwas nach links und zusammen. Es bleibt der Befund, daß die Hauptmasse der Eier sich an den Trieben um 20—30 mm Länge befindet, aber auch längere Triebe belegt werden.

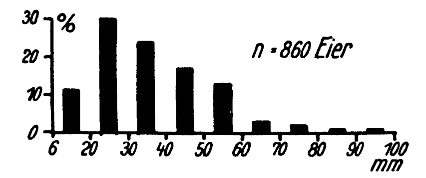


Abb. 5. Eiablage und Länge der Fichtentriebe. Verteilung der ungeschlüpften Eier aller Proben der ganzen Ablagezeit zusammen in Prozent auf die Trieblängenklassen

Tabelle 4

Wachstum der Maitriebe

(Mittelwerte in mm, nach den Maitriebsmessungen)

Zeit	Frühtreiber mm	Jungfichten mm	Spättreiber mm
Vom 19. Mai bis 22. Mai 1939	8	1	1
Vom 22. Mai bis 27. Mai 1939	11	3	6
Vom 27. Mai bis 5. Juni 1939	27	19	13
Vom 5. Juni bis 12. Juni 1939	12	11	9
Vom 12. Juni bis 17. Juni 1939	15	6	16
Vom 17. Juni bis 20. Juni 1939	9	2	7
Vom 20. Juni bis 26. Juni 1939	1	10	5

Diese Abweichung vom Regelverhalten bei der Eiablage ist nicht während der ganzen Eiablagezeit zu finden. Die Abb. 6 zeigt, wie im Verlauf der Hauptentwicklungszeit nach und nach längere Triebe auch belegt werden, obwohl bereits zu Anfang neben kurzen auch schon längere vorhanden waren. Diese werden aber noch nicht belegt, wie andererseits zum Schluß die kürzeren Triebe ohne Eier bleiben. Nun wachsen mit fortschreitender Zeit die Maitriebe schneller als zur Zeit der geringen Frühjahrstemperatur (Mors 1942). Andererseits verläuft die Eientwicklung bei höheren Temperaturen auch wieder rascher. Wenn wir also Triebe von 80—100 mm Länge belegt finden, so können diese wohl kaum zur Zeit der Eiablage 20—30 mm lang gewesen sein. Ebenfalls scheint mir auch der Sägeapparat des Wespenweibchens nicht zu schwach, um Nadeln der älteren Maitriebe belegen zu können, die dann ja noch lange nicht verhärtet sind. Daß auch längere Maitriebe von der kleinen Fichtenblattwespe mit Eiern belegt werden, erweitert jedenfalls die Gefährdung der befallenen Bestände und dürfte eine ausgesprochene Übervölkerungserscheinung darstellen. Auch die ganz früh, noch vor Beginn der Eiablagezeit treibenden Fichten müssen wir demnach nicht als gänzlich unbedroht ansehen; Eiablagemöglichkeiten bestehen auch hier, freilich sind die Schäden gewöhnlich gering (Fischer; Abschnitt: Verlauf der Maitriebentwicklung).

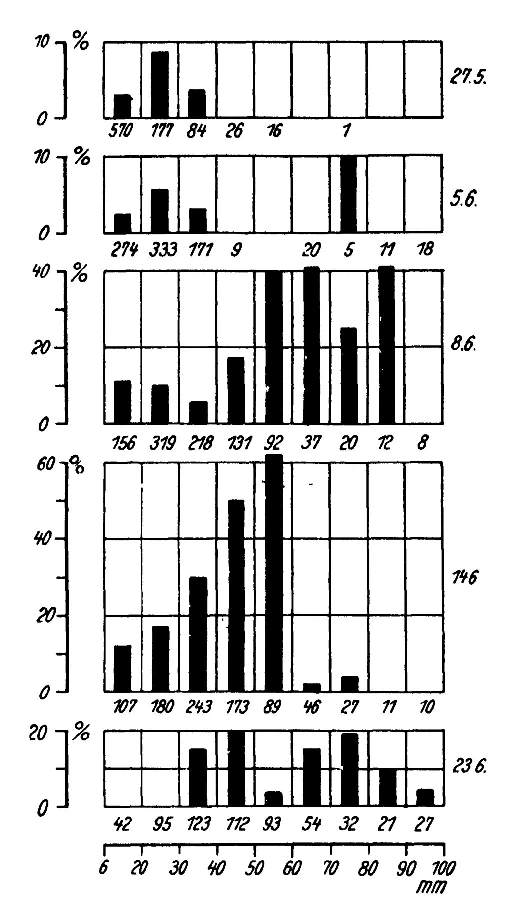


Abb 6. Eiablage und Länge der Fichtentriebe im Verlauf der Eiablagezeit.
Hundertsätze belegter Fichtentriebe (nur ungeschlüpfte Eier berücksichtigt), Zahlen untersuchter Triebe darunter. Nur einige Tage ausgewählt

So liegt der Höchstwert der Eiablage bei den Frühtreibern in der ersten, bei den Spättreibern in der zweiten Hälfte der Eiablagezeit, Abb. 7. Die Wipfel entsprechen dem Austreiben der jeweiligen Astungsstämme, die Eiablage ist aber nicht auf diese Zeitspanne beschränkt, sondern dehnt sich bei Früh- wie Spättreibern über $2^1/_2$ Wochen aus. Dies ist zunächst eine Folge des verschiedenen Austreibens, wahrscheinlich kommt aber noch der größere Spielraum bei der Wahl ablageeigneter Triebe dazu.

Bei den Jungfichten der Versuchsfläche III wurden Früh- und Spättreiber nicht getrennt. Dies prägt sich deutlich in der zweigipfeligen Eiablagekurve aus, Abb 7. Mitte. Die beiden Gipfel, besonders der zweite, liegen aber wesentlich später als bei den Früh- und Spättreiberkurven. Außerdem ist die Zahl der insgesamt abgelegten Eier sehr viel höher. Hierzu betrachten wir noch die Tabelle 5. In ihr sind flächenweise die Zahlen ungeschlüpfter Eier, auf 100 untersuchte Maitriebe umgerechnet, zusammengefaßt. Auf Fläche I sind sie nicht hoch; daß es hier nur an einzelnen Tagen zur Ablage kam, mag zufallsbedingt sein. In Fläche II liegen die Eizahlen wesentlich höher, was nicht so verwunderlich erscheinen will, wenn man an die hier beträchtlichen Kokonzahlen im Boden denkt (Tab. 3). In Fläche V, die in unseren Untersuchungen die höchsten Kokonzahlen hatte, ist die Eiablage gering. In dem Fichtenjungwuchs aber, dessen geringe Kokonzahlen aus dem starken Bodenbewuchs leicht zu erklären sind, liegt die Eiablage ungewöhnlich hoch, von allen fünf Flächen am höchsten.

Dies führt mich zu dem Schluß, daß hierher die Wespen aus anderen Gebieten übergeflogen sein müssen. Außer dem Mißverhältnis zwischen Kokon- und Eidichte bestimmt mich hierzu noch das oben erwähnte Nachhinken der Höchstwerte in der Eiablage hinter denen der anderen

Tabelle 5.

Eiablage (in E/100 Tr.) auf den biologischen Veruchsflächen

	Fläche I	Fläche II	Fläche III	Fläche IV	Fläche V
19. Mai . . .	—	4	—	—	—
22. Mai . . .	—	—	—	—	—
24. Mai . . .	—	—	—	—	—
27. Mai . . .	—	12	3	—	—
30. Mai . . .	—	3	3	—	2
2. Juni . . .	—	10	—	9	9
5. Juni . . .	22	79	42	—	1
8. Juni . . .	—	15	67	1	8
12. Juni . . .	—	3	4	3	—
14. Juni . . .	1	58	14	15	5
17. Juni . . .	—	—	—	—	—
20. Juni . . .	—	—	3	—	—
23. Juni . . .	4	1	79	—	1

Flächen und die auffallend hohe Spitze des Spätgipfels. Die recht erheblichen Flugleistungen, von denen Nägeli bei Besprechung des Schwärmfluges berichtet, lassen ein Überfliegen durchaus als möglich erscheinen, zumal es gerade in den so vielgestaltigen Eichwalder Beständen sich um gar nicht sehr große Strecken zu handeln braucht. Leider finden sich im Schrifttum Angaben über Flugleistungen ht. Auch diese Befunde müssen wir bei späteren Betrachtungen über Befallsermittlung und Bekämpfungsmaßnahmen berücksichtigen.

5. Larvenentwicklung

Ich bestimmte die Entwicklungsstufen durch Ausmessen der Kopfkapselbreiten mit dem Okularmikrometer bei etwa 12facher Vergrößerung unter dem Binokular. Die Häufigkeitsverteilung der Kopf-

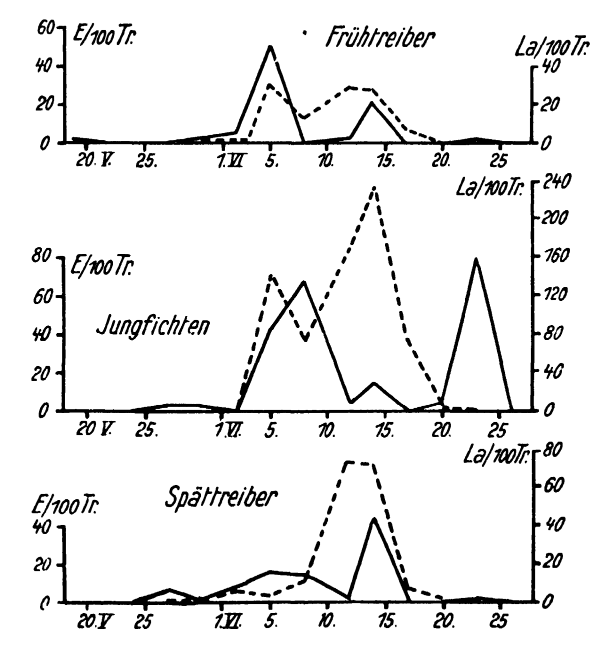


Abb. 7. Eiablage (ausgez. Linie) und Larvenauftreten (gestrichelte Linie). Frühtreiber, Spättreiber und Jungfichten zusammengefaßt. Eier ungeschlüpft je 100 Triebe (E/100 Tr.) und Larven aller Entwicklungsstufen je 100 Triebe (L./100 Tr.) umgerechnet

kapselbreiten, Abb. 8, zeigt aber nicht die scharfe Abgrenzung der einzelnen Entwicklungsstufen, wie sie NÄGELI in seiner Fig. 20 darstellt. Bei einem Vergleich der Kopfkapselbreiten von Tieren aus Zimmerzuchten mit solchen aus dem Freiland wären diese Unterschiede verständlich, die einheitlichen Temperatur- und Nahrungsbedingungen der Zimmerzuchten im Gegensatz zum Freiland lassen sie viel schärfer hervortreten (vgl. die diesbezüglichen Untersuchungen an der Nonne, z. B. MAYER 1940, angeführt und ausführlich besprochen bei MORS 1942). Nun handelt es sich aber bei NÄGELI wie bei mir um Freilandtiere, auch angenähert um die gleiche Untersuchungsgrundlage (1894 Larven bei NÄGELI, 1427 bei mir). Die Variationsbreite der Entwicklungsstufen I—III stimmt ganz gut noch überein, bei IV und V nicht mehr. Die beiden Gipfel in jedem Bereich glaubte ich den Kopfkapselbreiten von Männchen und Weibchen zuordnen zu dürfen. Bei Entwicklungsstufe V ist das aber strittig. Zwar gibt NÄGELI an, daß V ausschließlich Weibchen liefert, jedoch beruhen diese Feststellungen auf

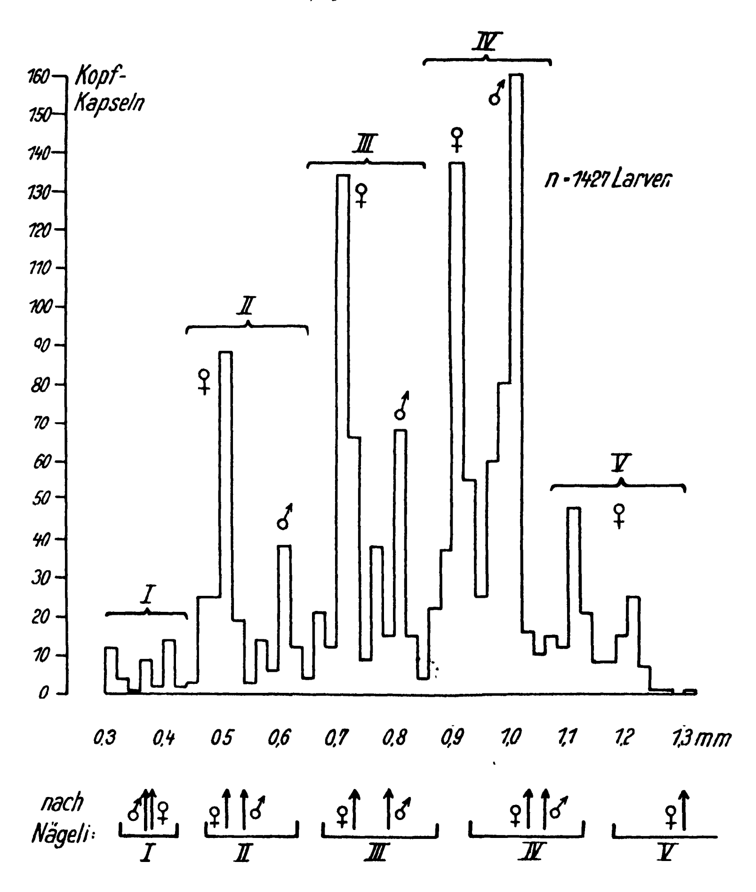


Abb. 8. Häufigkeitsverteilung der Kopfkapselbreiten von Larven der kleinen Fichtenblattwespe. Freilandtiere aller Versuchsflächen zusammen, gemessen mit Okularmikrometer bei 12facher Vergrößerung mit Binokular. Darunter: Mittel-, Höchst- und Tiefstwerte der Kopfbreiten nach NÄGELI

Zimmerzuchten, die, wie oben erwähnt, keine unbedingten Schlüsse auf das Freiland gestatten. Die beiden Gipfel der Kopfkapselbreiten in der Häutungsstufe V, die nach Ausprägung wie Größenabstand durchaus dem Kurvenverlauf der früheren Entwicklungsstufen entsprechen, deuten aber die Möglichkeit an, daß auch in der letzten Häutungsstufe beide Geschlechter vertreten sind.

Wie die Eiablage, so zieht sich auch die Larvenentwicklung über fast die ganze Entwicklungszeit hin. Wir können also bis auf die ersten und letzten Tage alle Entwicklungsstufen vom eben abgelegten Ei bis zur einspinnbereiten Larve nebeneinander finden. Die Gesamtentwicklungszeit einer Larve mit vier Häutungsstadien, die Männchen liefert, gibt Nägeli mit 25, die mit fünf Stadien, Weibchen liefernd, mit 27 Tagen an, bei Gäbler lauten die entsprechenden Zahlen 14 und 17 Tage im Mittel. So überschneiden sich alle Stadien weitgehend und lösen sich nicht, wie es z. B. bei den Häutungsstufen der Nonnenraupen der Fall ist, ziemlich scharf ab. Die Häufigkeitskurven der einzelnen Häutungsstadien geben so ein wesentlich gedrängteres, unübersichtliches Bild (Abb. 4), das der

Tabelle 6

Larvenentwicklung

(Alle Werte in Prozent, eingeklammerte Werte bei zu geringen Zahlen untersuchter Larven)

	Mai 30.	Juni 2.	5.	8.	12.	14.	17.	20.
				Frühtreiber				
La. I			25			1		
La. II	(100)		59	6	13	5		
La. III		(100)	11	40	39	22		
La. IV			4	42	42	62	67	
La. V			1	12	6	10	33	
n =	1	2	100	52	93	118	18	
				Jungfichten				
La. I				4		1		
La. II			54	19	3	8		
La. III			28	29	17	40	18	
La. IV			18	43	63	45	67	(100)
La. V				5	17	6	15	
n =			95	94	75	239	61	1
				Spättreiber				
La. I	(50)	22	(40)	2	1			
La. II	(50)	67	(40)	55	10	4		
La. III		11	(20)	38	28	22	5	
La. IV				5	44	58	42	(67)
La V					17	16	53	(33)
n =	2	18	5	42	145	230	19	3

Figur 23 in NÄGELIS Darstellung recht ähnlich ist. Daß die Angaben in der Abb. 4 über den 20. Juni nicht hinausreichen, obwohl natürlich auch noch später Larven vorhanden waren, lag an den immer geringer werdenden Larvenzahlen. Die letzte Reihe der Abb. 4 veranschaulicht diese deutlich.

Die Larvenentwicklung an den einzelnen Fichtengruppen weist nur anfangs größere Unterschiede auf (vgl. Tab. 6). So waren am 8. Juni die Larven an den Frühtreibern am größten, in der Mitte lag die Entwicklung an den Jungfichten und erst in weitem Abstand folgten die Tiere an den Spättreibern. Bereits am 14. Juni hatten die Spättreiberlarven den Vorsprung der Frühtreibertiere aufgeholt und waren am 17. Juni am weitesten voraus. Im ganzen gesehen, scheint die Larvenentwicklung bei den Spättreibern am raschesten und bei den Jungfichten am langsamsten gewesen zu sein. Durch das zahlenmäßig nicht erfaßte Abbaumen der Altlarven zum Einspinnen im Boden, das ab 5. Juni begonnen haben dürfte, sind die Entwicklungsgeschwindigkeiten schwer zu fassen. Sie hängen ebensosehr von dem Zeitpunkt der Eiablage wie von den Außentemperaturen ab, und diese beeinflussen wieder das Fichtentreiben, das die Eiablage ebenfalls mitbestimmt. Da sich diese lange hinzieht und ihrerseits klimatischen Einflüssen unterliegt, diese aber von Bestand zu Bestand und da selbst von Stamm zu Stamm noch schwanken, sind die Unregelmäßigkeiten in der Larvenentwicklung verständlich. Außerdem waren nicht genügend Tiere vorhanden, um ihre Entwicklung mit ausreichender Genauigkeit für die einzelnen Versuchsflächen darzustellen.

Auch der Larvenbefall auf den Maitrieben entspricht wieder ungefähr dem Bild, wie wir es schon von der Eiablage her kennen (Abb. 7). Bei den Frühtreibern ist allerdings der Höhepunkt nicht so ausgeprägt in der ersten Hälfte der Entwicklungszeit, die Larvenzahlen bleiben für längere Dauer ziemlich gleich hoch. Bei den Spättreibern dagegen finden sich auch die Hauptmengen der Larven, entsprechend der Eiablage, in der zweiten Hälfte der Entwicklungszeit. Ebenso liegen bei den Jungfichten auch die Larvenzahlen sehr viel höher als auf den anderen Flächen, der Gipfel der Kurve (Abb. 7, Mitte) fällt etwa in die gleiche Zeit wie bei den Spättreibern. Da er um einige Tage nach dem ersten Gipfel der Eiablagekurve erscheint, könnte man den zweiten Gipfel, entsprechend dem später erneuten Ansteigen der Eiablage, noch nach dem 23. Juni vermuten. Leider brachen die Untersuchungen auf allen Flächen gleichzeitig ab und in dieser Zeit konnte ich auch nicht das Befallsgebiet aufsuchen, damit den besonders gelagerten Verhältnissen einzelner Flächen durch länger fortgesetzte Probeastungen hätte Rechnung getragen werden können.

Betrachten wir nun noch die Larvenzahlen der einzelnen Versuchsflächen, Tab. 7. Auch sie entsprechen dem Bild, das wir schon von der Eiablage her kennen: Am geringsten ist der Befall in Fläche V, dann

folgen Fläche I, IV, II und am höchsten sind die Larvenzahlen wieder in Fläche III. Auch die Verteilung über die Zeit hin ist ähnlich, so prägt sich z. B. auf Fläche II der Höhepunkt deutlich erst um den 14. Juni aus; wie schon zu Beginn erwähnt wurde, waren die hier ausgewählten Astungsstämme mehr als Spättreiber anzusehen.

Tabelle 7
Larvenzahlen auf den Versuchsflächen, in La/100 Tr. (Mittelwerte)

	Mai		Juni							
	27.	30.	2.	5.	8.	12.	14.	17.	20.	23.
Fläche I . . .	1	—	1	7	7	4	3	1	—	1
Fläche II . .	9	—	9	42	29	93	92	26	1	—
Fläche III . .	—	—	—	142	74	167	231	75	1	—
Fläche IV . .	—	—	—	3	3	16	19	—	—	—
Fläche V . . .	—	2	1	1	—	1	5	1	1	—

Im Mittel aller Flächen gleichen sich all diese Unterschiede weitgehend aus (Abb. 4 unten). Die beiden Höhepunkte der Larvenzahlen am 5. und 14. Juni sind jedoch deutlich erkennbar und die weit höheren Larvenzahlen in der zweiten Hälfte der Entwicklungszeit weisen auf die schwer befallenen Spättreiber hin. Die Gesamtzahl der Larven je Fichtenwipfel nimmt Reier mit rund 300 Larven an, eine Zahl, die nach den hier mitgeteilten Befallszahlen sehr gut zutreffen, wenn nicht noch überboten werden kann.

6. Feinde, Schmarotzer und andere Forstkerfe

Die Art der hier mitgeteilten Untersuchungen, als eine für spätere Arbeiten richtungweisende Vorarbeit gedacht, schloß eingehende Ermittlungen über die Sterblichkeitsursachen, besonders von der belebten Umwelt des Schadkerfs her, aus. Daß Vögel, Schmarotzer, Raubkerfe, Verpilzungen usw. die Vermehrung des Schadkerfs eindämmen, unterliegt keinem Zweifel. Neben der Feststellung, um welche Arten es sich dabei handelt, sind von eigentlich entscheidendem Wert erst Ermittlungen des zahlenmäßigen Umfanges. Diese müssen dann aber im Zusammenhang stehen mit den Befunden über Befall, Fraß, Bodenbeschaffenheit, Bestand usw.; erst dann sind sie zur vergleichenden Betrachtung auch in anderem Zusammenhang verwendbar. Zu derartigen Untersuchungen war 1939 keine Zeit. Sie wurden daher bewußt für die kommenden Jahre zurückgestellt. Da dies aber nur ein Plan bleiben mußte, sei hier das wenige, was über Schmarotzer festgestellt wurde, mitgeteilt.

Zunächst fanden wir in Übereinstimmung mit Nägeli bei den rund 900 untersuchten Eiern keinen Schmarotzerbefall. Im Gegensatz dazu spielen bei der Kiefernbuschhornblattwespe (*Lophyrus pini* L.) Eischmarotzer eine unter Umständen sehr bedeutende Rolle. Ebensowenig fanden sich an rund 1400 Larven aller Stadien Anzeichen von Befall

durch Raupenfliegen oder Schlupfwespen. Raupenfliegen sind nur in einer Art bekannt, *Arrhinomya cloacella* Kr.; Schlupfwespen (*Ichneumonidae*), soweit sie erwachsene Larven belegen, ebenfalls nur in einer Art, *Polyblastus flavicauda* Roman (siehe näheres bei NÄGELI).

Der Schlupfwespenbefall der Eichwalder Kokons wurde schon einmal erwähnt (S. 234), nach Tab. 3 lag er etwa bei 27 %. Die von ESCHERICH zusammengestellten Werte liegen um diese Beträge herum, in einigen Fällen sind sie höher. Die Rolle des Schlupfwespenbefalls bei dem Ablauf der Massenvermehrung bzw. ihr Einfluß auf die jährlichen Befallsschwankungen in Dauerschadgebieten ist noch sehr wenig geklärt.

Aus den Eichwalder Kokons wurden die folgenden fünf Arten gezogen [1]:

Microcryptus brachypterus Grav. 1 ♂, 2 ♀♀.

Stylocryptus spec. Material leider schlecht erhalten, nach Mitteilung von Herrn Dr. KUPKA vermutlich neue Art, vielleicht aber auch *St. brevis* Grav., die auch NÄGELI aus *Lygaeonematus abietum* zog.

Polyblastus flavicauda Roman. Über die Lebensweise dieser Art macht NÄGELI genaue Angaben: Gewöhnlich werden nur die erwachsenen Blattwespenlarven angestochen, selten jüngere; an Eichwalder Tieren fand ich Schmarotzerlarven nie.

Mesoleius dubius Holmg. NÄGELI gibt nur nach FORSIUS aus Finnland eine *Mesoleius* spec. an. Bei den hier vorliegenden Stücken ist die Unterscheidung zwischen *M. dubius* und *M. liosternus* Thoms. nicht möglich, Herr Dr. KUPKA hält aber *M. dubius* für wahrscheinlicher.

Erromenus spec. Stücke ebenfalls schlecht erhalten, vielleicht *E. simplex* Thoms., die ESCHERICH aufführt.

Neben den Kokons der kleinen Fichtenblattwespe wurden noch einige andere Blattwespengespinste gefunden, aus denen zum Teil *Diprion* (*Lophyrus*) *polytomum* Htg. [2]) schlüpfte. Diese Art ist nach ESCHERICH in Europa verbreitet, forstlich jedoch kaum von größerem Belang. Mit *D. abieticola* D. T. zusammen gehört sie zu den einzigen bei uns an Fichte fressenden *Diprioninae*. Ihre leicht erkennbare Larve war zuweilen bei den Probeastungen zu finden, die Eiablage jedoch konnte nie festgestellt werden und zahlenmäßig war die Art in Eichwald bedeutungslos.

D. Befallsermittlung und Bekämpfungsplanung

Gewöhnlich ist für unsere wichtigsten Forstschädlinge mit der Ermittlung der Dichte ihrer Ruhezustände schon eine recht verläßliche Grundlage zur Beurteilung des zu erwartenden Schadens gegeben. Aus

---

[1]) Ihre Bestimmung verdanke ich durch freundliche Vermittlung von Herrn Regierungsrat Dr. SACHTLEBEN-Berlin-Dahlem, Herrn Dr. KUPKA-Oderberg, wofür auch an dieser Stelle gedankt sei.

[2]) Bestimmung übernahm dankenswerterweise Herr Dr. O. CONDE-Berlin-Dahlem.

der meist leicht durchführbaren Suche nach diesen im Boden (Forleule, Spanner) oder am Baum (Nonne) lassen sich Befallsdichte, Gesundheitszustand, Geschlechterverhältnis und voraussichtliche Eiererzeugung leicht ermitteln. Bestandsform und Jahr der Vermehrung sind weiterhin zu berücksichtigen, in manchen Fällen reicht das aber noch nicht aus. So müssen z. B. beim Kiefernspanner zur Puppensuche auch Zahl und Gesundheitszustand der Eier herangezogen werden. Bei den Blattwespen liegen die Verhältnisse noch verwickelter. Hier genügt es nicht, die Kokondichte und den Gesundheitszustand der Ruhelarven zu ermitteln, auch der Anteil überliegender Kokons spielt bei der Häufigkeit dieser Erscheinung eine große Rolle; zwischen Kokongröße und Eizahl kennen wir noch keine sichere Beziehung, die Eiablage in den Nadeln, die Bevorzugung bestimmter Nadeljahrgänge durch die Junglarven verschiedener Generationen, all dies beeinflußt die Sterblichkeit in sehr verschiedener Weise und erschwert dadurch eine sichere Beurteilung der Bestandsgefährdung (vgl. SCHEDL, BITTER-NIKLAS, ESCHERICH).

Bei der kleinen Fichtenblattwespe sind es ähnliche Fragen, nur sind sie noch weniger bekannt und noch schwerer zu klären. Zudem handelt es sich in den meisten Fällen um keine kurzfristige Massenvermehrung, sondern um Dauerschäden, die über viele Jahre gehen, in ihrer Stärke schwanken, sich von Jahr zu Jahr mehr oder weniger ausbreiten und wegen des langsamen Vordringens als Gefahr erst recht spät zu erkennen sind.

Die Vermehrung von *Lygaeonematus abietum* nahm in Eichwald etwa folgenden Verlauf (siehe REIER 1938):

1931 Befall der einheitlichen Fichtendickungen, Übergreifen auf Fichtenjungwüchse und Mischbestände.

1936 Auch Fichtenstangenorte und -althölzer werden befallen.

1937 Vornehmlich 20—30jährige Dickungen schwer geschädigt, trotzdem Knospen im Herbst meist noch gesund, nur in Frostlagen und durch *Chermes*-Schäden abgestorbene Kronen.

1938 Zopftrocknis durch starken Larvenfraß und Trockenzeiten stark gefördert.

1939 Dickungen zwar am schwersten geschädigt, sonst aber Fichten aller Bestandsformen und Altersklassen befallen. Verschiedene Jungwüchse scheinen erstmalig Larvenfraß zu erleiden.

Vorarbeiten 1938 untersuchten die Bekämpfungsmöglichkeiten und ermittelten die günstigste Art der Bekämpfung in der Verstäubung arsenhaltiger Gifte vom Flugzeug aus. 1939 erfolgte diese in Form eines Großversuches auf rund 1300 ha (FISCHER). Der Erfolg war nach Abschluß der Bestäubungen durchschlagend, Larven wurden in allen untersuchten Giftflächen keine mehr gefunden. Trotzdem zeigten sich 1940 wieder stärkere Fraßschäden, deren insgesamt sehr ungünstiges Bild FISCHER zu folgendem Schluß führt:

„Ein bisher unerreicht hoher Teil der Fichtenblattwespenkokons ist im Frühjahr 1939 nicht geschlüpft, sondern hat im Boden übergelegen und sich dadurch der Begiftung entzogen. Wohl war diese biologische Eigenart der Blattwespe bekannt und ist durch NÄGELI auch für die Fichtenblattwespe bestätigt worden. Er hat in einem Gebiet 2 °/₀₀, im anderen 22 °/₀ überliegende Ruhelarven gefunden. Nicht bekannt aber war die Tatsache, daß unter gewissen Umständen auf großen Flächen der überliegende Anteil an Winterkokons so hoch sein kann, daß er die Nachhaltigkeit einer Bekämpfung äußerst beeinträchtigt. In solchen Fällen wird die Bekämpfung der Fichtenblattwespe trotz ihres geringen Preises sehr unwirtschaftlich, da es bei mehrjährigem Überliegen kaum möglich ist, dieselben Flächen wiederholt zu begiften."

Die Befallsvoraussage der kleinen Fichtenblattwespe muß sich mangels besserer Grundlagen immer noch zunächst auf die Kokonsuche stützen. Die Kokons sind aber klein, unregelmäßig im Boden verteilt und schwer zu finden, so daß mit einem hohen Übersehfehler gerechnet werden muß. Sie von Facharbeitern in der Forstschutzstelle untersuchen zu lassen (von REIER durchgeführt, von mir nicht zur Ausführung gekommen) ist nur in kleinerem Umfang, nicht aber bei großflächigen Arbeiten möglich. Aus den gefundenen Kokons ist demnach wenig über die Befallsdichte, lediglich über Sterblichkeit und Anteil Überliegender etwas auszusagen. Es bleibt die Befallskarte auf Grund der Fraßschäden (REIER), zumal die Schädigung über viele Jahre hin den Fraßgrad eines Bestandes zu einem angenähert brauchbaren Maßstab für künftigen Befall macht.

Die eigenen Befunde verwischen aber diese wenigstens einigermaßen klaren Linien wieder. Trotz vieler nicht schlüpfender Kokons (Tote und Überliegende) waren Eiablage, Larvenbefall und -fraß auf den Versuchsflächen zum Teil sehr erheblich. Die Eiablage erstreckte sich nicht nur auf die eben entfaltenden Maitriebe, sondern auch auf ältere. Damit waren sowohl die frühesten Frühtreiber, wenn auch in geringem Maße bedroht, als auch die später treibenden Fichten in stärkstem Maße den Wespen ausgesetzt. Zudem zog sich die Eiablage über etwas mehr als einen Monat hin und wies sogar noch in der zweiten Hälfte einen neuen Höhepunkt auf. Das verschiedene Austreiben der Fichten stellt also nur einen sehr geringen Schutz vor dem Blattwespenbefall dar. Hohe Ei- und Larvenzahlen auf der Jungwuchsfläche, bei ganz geringer Kokondichte, zwangen zu dem Schluß, die Möglichkeit eines Überfluges schwärmender Blattwespen, gleich, ob freiwillig oder vom Winde getrieben, viel stärker zu berücksichtigen. Schließlich fanden sich Larven ebenfalls noch bis zum Ende der Beobachtungszeit auf den Versuchsflächen, stellenweise wahrscheinlich noch über diese Zeit hinaus.

Wie ist nun der neue Fraß 1940 trotz offenkundig gut gelungener Bestäubung zu erklären? FISCHER mißt, wie oben wörtlich wiedergegeben, dem vermutlich sehr hohen Anteil überliegender Blattwespenlarven die hauptsächliche Schuld bei. Ich glaube, dieses einschränken zu müssen.

Dazu seien zunächst aber noch einige Zahlen über die Bekämpfung genannt. Es wurden bestäubt:

485,2 ha vom 3.—7. Juni zum ersten Male, vom 13.—17. Juni zum zweiten Male,
802,0 ha vom 15.—19. Juni zum ersten Male.

Zweimal wurden rund 38 % der gesamten Bestäubungsfläche behandelt, der größere Teil (62 %) dagegen nur einmal, noch dazu gegen Ende der Gesamtentwicklungszeit der Blattwespe überhaupt. Auf diesen letztgenannten 802 ha ist bis zum Beginn der Bestäubung (15. Juni) ein großer Teil der Larven, vermutlich die aller Früh- und die eines großen Teiles der Mittel- und Spättreiber ungestört zum Einspinnen in den Boden gekommen. Nur auf den zweimal behandelten Flächen dürften wesentlich mehr Larven vernichtet worden sein. Trotzdem sind auch diese Flächen 1940 erneut befressen worden. Im Frühjahr 1939 überlagen 20—26 % der Kokons (Tab. 3). Von diesen wie von den im Sommer 1939 neu eingesponnenen wird bis zum Frühjahr 1940 sicher ein sehr erheblicher Teil Räubern, Schmarotzern und Krankheiten zum Opfer gefallen sein. Weniger also auf die überliegenden Kokons ist das Hauptgewicht zu legen als vielmehr auf die nur einmalige Bestäubung eines erheblichen Teiles der Befallsflächen. Die weniger enge Bindung der Eiablage an eine bestimmte Maitriebentwicklung, die fast bis zum Schluß der Gesamtentwicklungszeit ausgedehnte Eiablage, das weitgehende Überschneiden des Austreibens von Früh- und Spättreibern aller Abstufungen und die Möglichkeiten eines Überfluges geben der Blattwespe eine ungeahnt große Angriffsbreite. Vergegenwärtigen wir uns hierzu noch einmal die Abb. 4, dann sehen wir, wie die einmalige Begiftung notwendig große Larvenzahlen übriglassen mußte (siehe Pfeile als Hinweis auf die Begiftungszeiten in der Darstellung des Larvenauftretens, Abb. 4). Daß nun 1940 erneut viele Bestände, sogar zweimal bestäubte, befressen wurden, erklärt sich aus den so immer noch vorhandenen großen Kokonzahlen (an denen Überliegende wohl nicht entscheidenden Anteil hatten) und dem dann erfolgenden Überflug der Wespen, dem ich sehr große Beachtung schenken möchte.

Grundlage einer Bekämpfungsplanung werden Kokonversuche und Karte des Fraßgrades bleiben müssen. Erstere gibt den Einblick in Sterblichkeit, in den Anteil der überliegenden Larven und, sofern an ausgewählten Stellen durchgeführt, wenigstens angenähert in die Belagsdichte der Kokons. Gäbler stellt ganz die gleichen Forderungen: Kokonsuchen[1]), unter Berücksichtigung der Bodendecken-Beschaffenheit durchführen und darüber hinaus alle Formen der Bodenbedeckung und die prozentuale Verteilung der Kokonsuche über den Bestand berücksichtigen. Die Befallskarte nach dem Fraßgrad gibt uns den Umfang der Bedrohung, wenn sie auch, worauf Gäbler hinweist, nur den Fraßgrad des Vorjahres ver-

[1]) Notfalls Erdproben, um den Suchfehler zu verringern, in der zuständigen Forstschutzstelle auslesen lassen.

zeichnet. Auch SCHWERTFEGER (1941, S. 75) betont dies und sagt, daß einem starken Fraß nicht notwendig im nächsten Jahr an der gleichen Stelle wieder ein solcher folgen müsse. Für eine kurzfristige Massenvermehrung trifft das sicher noch mehr zu als für ein Dauerschadgebiet, in dem der Befall der Fichtenblattwespe sich langsamer ausbreitet; daß aber auch hier der Einwand SCHWERTFEGERS zutreffen kann, zeigten gerade die oben mitgeteilten Eichwalder Verhältnisse. Was aber eine Karte nach dem Fraßgrad als bedroht angibt, ist es auch; zweifelhaft ist die Gefahr erst für die noch nicht befressenen Bestände. Die Fraßgradkarte soll eben nicht allein, sondern erst zusammen mit dem Ergebnis der Kokonsuche der Bekämpfungsplanung dienen. Ich kann mir vorerst nicht denken, welche anderen Grundlagen hierzu noch vorhanden sein sollten.

Die Begiftung wird sich, soweit nur irgend durchführbar, auf alle nennenswert befallenen, nicht nur die ausgesprochen bedrohten Flächen erstrecken müssen. Nur so sichern wir uns wenigstens einigermaßen vor den Auswirkungen der nicht begifteten Befallsgebiete für das folgende Jahr. Die Behandlung muß unter allen Umständen zweimal in der Entwicklungszeit erfolgen. Freilich wird sie dann teurer, zumal man bei den großen Flächen wegen der erheblichen Nebenschäden (siehe FISCHER) auf die billigen Arsenstäube wird verzichten müssen. So schlagartig ihre Wirkung gerade auf Blattwespenlarven ist, so muß es doch unser Bestreben sein, andere Gifte von nicht so großer Gefahr für Warmblütler und trotzdem guter Abtötung der Blattwespenlarven zu finden. Ich denke da an das in neuester Zeit entwickelte „Gesarol“ der Firma GEIGY-Basel (siehe WIESMANN 1942), das mit guter Giftwirkung, soweit bisher geprüft, absolute Unschädlichkeit für Warmblüter verbindet.

Teuerer wird dadurch eine Bestäubung gegen die kleine Fichtenblattwespe sicherlich. Hierauf weist schon FISCHER hin, und auch GÄBLER hält eine zweimalige Begiftung im Jahr für finanziell unmöglich. Daß sie technisch durchführbar ist, hat der Großversuch im Forstamt Eichwald gezeigt, ob sie aber unwirtschaftlich ist, möchte ich offenlassen. Man denke nur an die Zuwachsschäden der Fichten bei lang anhaltendem Befall (NÄGELI) und die große Borkenkäfergefährdung der geschwächten Stämme, die gerade in ostpreußischen Fichtenbeständen bedrohlichste Formen angenommen hat (siehe WELLENSTEIN 1942). Es scheinen sich mir unter diesen Gesichtspunkten höhere Begiftungskosten doch zu rechtfertigen.

An einem neuen Standort wird die Massenvermehrung selbst gut bekannter Forstschädlinge immer Abweichungen vom Regelverlauf zeitigen. Bei einem im ganzen Lebensablauf so schwer zu fassenden Kerf wie der kleinen Fichtenblattwespe muß das in noch viel höherem Maße der Fall sein. Die biologischen Erkenntnisse unmittelbar der gleichzeitig laufenden

Bekämpfung nutzbar zu machen, war in Eichwald 1939 nicht möglich gewesen. Dies mußte erst Jahre später geschehen, hoffentlich zum Nutzen für künftige Arbeiten.

E. Zusammenfassung der Hauptergebnisse

1. Die kleine Fichtenblattwespe, *Lygaeonematus abietum* Htg., seit 1931 in ostpreußischen Fichtenbeständen bemerkbar und seit 1937 immer gefährlicher werdend, wurde im Forstamte Eichwald-Ostpreußen in Vorversuchen 1938 und in einem Großversuch 1939 auf ihre Bekämpfungsmöglichkeiten hin untersucht. Biologische Beobachtungen ließen sich dem in kleinerem Maßstabe einfügen, Untersuchungsbedingungen und -verfahren werden beschrieben.
2. Entsprechend dem hohen Befall aller Bestandsformen und Altersklassen wurden auf fünf Versuchsflächen die kennzeichnendsten unter ihnen ausgewählt und auf jeder an zwei Stammgruppen, Früh- und Spättreibern, laufend in 3--4tägigem Abstande Probeastungen vorgenommen.
3. Das Fichtentreiben, hier nur von dem frühesten Beginn der Wespeneiablage 1939 an erfaßt, war schon innerhalb derselben Baumkrone sehr verschieden und zeigte stamm- und bestandsweise große Abweichungen.
4. Die Kokondichte im Boden war wegen der unregelmäßigen Einspinnweise der Larven nur schwer zu fassen; sie wurde an den als bevorzugt bekannten Bodenformen aller Bestände ermittelt. Am höchsten war sie im Altholz, am niedrigsten im Fichtenjungwuchs; die Gesamtsterblichkeit schwankte zwischen 31 und 63 %, der Schmarotzerbefall lag um 27 % und die Zahl überliegender Kokons betrug 22 bis 26 %.
5. Die Eiablage erstreckte sich über größere Maitrieblängen als bisher bekannt war, so daß ihr Höhepunkt bei Frühtreibern in der ersten, bei Spättreibern in der zweiten Hälfte der Eiablagezeit lag. Bei den Jungfichten war sie außerordentlich hoch, die Gipfel lagen zudem später als bei den anderen Fichten, so daß in Anbetracht der geringen Kokonzahl auf der Jungwuchsfläche Überflug der Wespen von anderen Gebieten her angenommen werden muß.
6. Durch die lange ausgedehnte Eiablage finden sich gleichzeitig alle Entwicklungszustände der Blattwespe auf engem Raum, vom Ei bis zur einspinnbereiten Larve. Die Larvenentwicklung läßt nach Früh- und Spättreibern wie nach Jungfichten getrennt keine großen Unterschiede erkennen, die Larvenzahlen auf den Trieben dagegen zeigen ein ganz ähnliches Bild wie die Eizahlen. Auch hier wieder sind auf den Jungfichten ungewöhnlich hohe Larvenmengen zu finden, aus der zeitlichen Lage der Höchstwerte wird eine über den Ab-

schluß der Beobachtungen hinausgehende Larvenentwicklung wahrscheinlich.

7. Die Bestäubung der Eichwalder Bestände 1939 mit Arsengiften hatte einen guten Erfolg, trotzdem waren 1940 auch zweimal behandelte Flächen wieder erheblich befressen. Zunächst schrieb man dies den vermutlich unerwarteten hohen Zahlen überliegender Kokons zu. Nur 38% der Begiftungsfläche sind jedoch zweimal begiftet worden, auf den restlichen, noch dazu gegen Ende der Entwicklungszeit begifteten 62% der Fläche sind daher sehr viele der Larven ungehindert zum Einspinnen gekommen. Ihr Anteil wird durch den verbreiterten Spielraum in der Wahl der Maitrieblänge zur Eiablage und durch das große Überschneiden im Austreiben der Fichten sicher als sehr hoch anzunehmen sein. Von den so entwickelten Kokons der nur einmal begifteten Flächen hat sich 1940 der Befall durch Wespenüberflug erneut wieder ausbreiten können.

8. Zur Befallsermittelung und Bekämpfungsplanung werden wir vorerst allein auf eine sorgfältige und umfangreiche Kokonsuche, zusammen mit der Fraßgradkarte angewiesen bleiben. Die Begiftung wird dann unbedingt zweimal in der Wespenentwicklungszeit stattfinden müssen etwa 14 Tage nach Beginn der Eiablage zum ersten und gegen Ende der Larvenzeit zum zweiten Male. Wegen der Gefahr einer nachträglichen Wiederausbreitung des Befalls soll sie großzügig geplant werden und wenigstens innerhalb des Streugebietes unbehandelte Flächen vermeiden. Im Hinblick auf die großen Zuwachsschäden bei langjährigem Blattwespenbefall und auf die große Borkenkäfergefährdung der geschwächten Fichten ist diese Bekämpfungsforderung zwar teuer, aber sicher nicht unwirtschaftlich.

Schrifttum

BITTER, B. und O.-F. NIKLAS, Die Massenvermehrung der Kiefernbuschhornblattwespe *(Pteronus pini* L.) im Forstamt Trappen, Ostpr. Forstwissenschaftl. Centralbl. **61**, 1939.

ESCHERICH, K., Die Forstinsekten Mitteleuropas. 5. Bd. Berlin 1942.

v. FINCK, E., Untersuchungen über die Lebensweise der Tachine *Parasetigena segregata* Rond. in der Rominter Heide 1935 usw. Die Nonne in Ostpreußen 1933—1937. Monogr. z. angew. Entomologie Nr. 15. 1943.

FISCHER, H., Die kleine Fichtenblattwespe im Forstamt Eichwald, Ostpr. Mitt. aus Forstwirtsch. u. Forstwissensch. 1942.

GÄBLER, H., Die kleine Fichtenblattwespe, *Lygaeonematus pini* Retz., ihre Prognose und die Aussichten für ihre Bekämpfung. Tharandter Forstl. Jahrb. 1940. S. 91.

MEHNER, Das Hinsiechen der Fichtenbestände im sächsischen Niederland durch Fraß der Fichtenblattwespe. Sächs. Heimatschutz Bd. **17**, 1928.

MITSCHERLICH, H. und G. WELLENSTEIN, Die Nonne an Früh- und Spättreiberformen der Fichte. In „Die Nonne in Ostpreußen 1933—1937". Monogr. z. angew. Entomologie Nr. 15, 1943.

Mors, H., Die Entwicklung der Nonne im Freiland unter besonderer Berücksichtigung des Klimas und der Fraßpflanze. In „Die Nonne in Ostpreußen 1933—1937". Monogr. z. angew. Entomologie Nr. 15, 1943.

Nägeli, W., Die kleine Fichtenblattwespe. Mitteil. d. Schweiz. Anst. f. d. forstl. Versuchswesen Bd. **19**, 1936.

Niklas, O. F., Die Lebensweise der Raupenfliege *Parasetigena segregata* Rond. in der Rominter Heide im Hinblick auf eine biologische Bekämpfung der Nonne. In „Die Nonne in Ostpreußen 1933—1937". Monogr. z. angew. Entomologie Nr. 15, 1943.

Reier, J., Ein Beitrag zur Biologie, Prognose und Bekämpfung der kleinen Fichtenblattwespe im ostpreußischen Fichtenwald. Deutsche Forstzeitung **7**, 1938.

Schedl, K., Zur Blattwespenprognose. Mitt. a. Forstwirtsch. u. Forstwissensch. **9**, 1938.

Schwerdtfeger, F., Prognose und Bekämpfung forstlicher Großschädlinge. Reichsnährstandsverlag GmbH. Berlin N 4. 1941.

Wellenstein, G., Beitrag zur Biologie der roten Waldameise (*Formica rufa* L.) unter besonderer Berücksichtigung klimatischer und forstlicher Verhältnisse. Zeitschr. f. angew. Entomologie **14**, 1928.

— — Das Fichtensterben in Ostpreußen. Deutsche Forstzeitung **10**, 1941.

Wiesmann, O., Neue Versuche mit Arsen-Ersatzstoffen im Obstbau. Schweiz. Zeitschr. f. Obst- u. Weinbau (Wädenswil) 1942.
Im gleichen Jahrgang noch weitere Arbeiten über „Gesarol".

Aus dem Institut für Forstentomologie und Forstschutz der Hochschule für Bodenkultur in Wien

Über das Auftreten von Tortrix viridana L. im Gebiet der Pollauer Berge und die Parasiten und Räuber dieses Schädlings

Von

Else Jahn, Wien

Mit 8 Abbildungen

In den Jahren 1941 und 1942 kam es in vielen Teilen von Niederdonau, sowie in Gebieten des Protektorates Böhmen und Mähren zu einem starken Ansteigen der Bevölkerung von *Tortrix viridana* L. So zeigten 1941 in Niederdonau die Eichenwaldungen in der Umgebung der Orte Straßhof, Gänserndorf, Matzen und Wolkersdorf ein stärkeres Auftreten von *Tortrix*, in der Nähe von Obersiebenbrunn war es sogar zu recht ausgedehntem, örtlichem Kahlfraß gekommen. Besonders stark hatte sich jedoch der Eichenwickler in den Waldungen der Umgebung von Nikolsburg und Unterwisternitz vermehrt. Hier kam es auf größeren Flächen zu einer ausgesprochenen Massenvermehrung von *Tortrix viridana*, und zwar sowohl in den Waldungen längs der Niederung der March, als auch in den Wäldern der Pollauer Berge. Die Stellen starken Auftretens des Eichenwicklers waren durch die Reviere Unterwisternitz, Pollau, Milowitz, Klentnitz, Pulgram und Tracht gekennzeichnet. Das starke Anwachsen der Bevölkerung führte hier bereits 1941 zu einem Massenauftreten von *Tortrix viridana*, das sich 1942 noch steigerte. Besonders stark waren 1942 die Reviere Pulgram und Klentnitz mitgenommen; hier war es 1942 zu einem Kahlfraß in einem Ausmaß von 150 ha gekommen.

Vergesellschaftet mit *Tortrix viridana* L. trat 1941 *Cheimatobia brumata* L. auf, 1942 fand sich neben diesem Frostspanner noch sehr häufig *Hibernia defoliaria* Cl. vor. Ferner zeigte sich 1942 noch vereinzeltes Auftreten von *Himera pennaria* L.

Die befallenen Waldungen in den obengenannten Revieren bestehen hauptsächlich aus Eiche, Feldahorn, Ulme und Esche. Stellenweise sind diese Waldungen von dichtem, aus Hartriegel und Liguster mit einer

Beimischung von Crataegus und Sambucus bestehendem Unterholz durchzogen. Sie liegen in einem ausgesprochen warmen, trockenen Klimagebiet (das bekannte Gebiet der Pollauer Berge mit seiner vielfach der pannonischen und auch mediterran illyrischen Flora angehörenden Pflanzenwelt fällt ja herein), das vermutlich auch bestimmten Forstschädlingen optimale Lebensbedingungen bietet.

Auf Ersuchen des Fürstlich-Dietrichstein'schen Forstamtes Unterwisternitz wurden die befallenen Waldungen Anfang Juli 1941 und Ende Mai 1942 begangen.

Zur Zeit der ersten Begehung Anfang Juli 1941 war die Wiederbegrünung der befressenen Eichen bereits beendet. Kahlfraß hatte nur am Oberholz des Mittelwaldes stattgefunden, stellenweise waren jedoch auch die Schäden am Unterholz beträchtlich gewesen. Vom Eichenwickler fanden sich nur mehr die Puppenhüllen vor; Ende Juni hatte der Falterflug bereits stattgefunden. Des öfteren wurde *Cheimatobia brumata* an den Eichen angetroffen.

Im Jahre 1942 fand die Begehung bereits Ende Mai statt. Die Wiederbegrünung der Eichen setzte um diese Zeit langsam ein, man erhielt also ein eindrucksvolleres Schadensbild als im Vorjahr, wo Anfang Juli auch schon kahlgefressene Bestände wieder ein normales Bild boten. Die durch *Tortrix viridana* verursachten Schäden wurden noch durch die beiden Frostspanner *Cheimatobia brumata* und *Hibernia defoliaria* beträchtlich verstärkt. An den Eichen fanden sich vom Lichtfraß bis zum Kahlfraß alle Übergangsstufen. Am stärksten waren 20—30jährige Eichenbestände und das Oberholz des Mittelwaldes befallen. Die größten Fraßbeschädigungen wiesen 25jährige Eichenbestände und das Oberholz sowie einzelstehende Alteichen auf. Infolge der Dichte seiner Bevölkerung ging der Eichenwickler auch auf andere Laubhölzer über. So wiesen Feldahorn und Ulme mäßigen Fraß auf; an der Ulme hatte der Frostspanner *Hibernia defoliaria*, der sich an dieser ebenso stark wie an der Eiche vorfand, besonders mitgewirkt. Weder von *Tortrix viridana* noch von den beiden Frostspannern befallen waren die Eschen. Von den Sträuchern des Unterwuchses wies Sambucus mäßigen Fraß auf.

Tortrix viridana hatte sich um diese Zeit, also Ende Mai, bereits zum großen Teile verpuppt. In den Hang- und Berglagen der Pollauer Berge war die Verpuppung am 30. Mai beendet. In den Auwäldern lagen zu diesem Zeitpunkt ungefähr 60 % der Bevölkerung als Puppen vor, 40 % waren noch im Raupenstadium. Die Puppen des Eichenwicklers fanden sich überall, so an den gerollten Eichenblättern (Abb. 1a, b), in den Rindenritzen der Eichenstämme (die Eichenstämme waren vielfach wie mit einem lichten Schleier von den Gespinstfäden überzogen) (Abb. 1c), aber auch an anderen Laubhölzern, besonders stark am Unterwuchs, an Bodenpflanzen und in der Streu. An den Blättern fanden sie sich vielfach in den von den



Abb. 1a. *Tortrix viridana*-Puppen an Eiche. Original



Abb. 1b. *Tortrix viridana*-Puppen an Eichen. Original

Raupen gedrehten Wickeln, häufig baumelten sie jedoch an Spinnfäden von den Blättern herunter, so daß Bäume, Sträucher und Bodenkräuter wie behängt mit ihnen waren (Abb. 2).

Das im forstentomologischen Institut zu Wien eingezwingerte Puppenmaterial erwies sich im großen und ganzen als gesund. Aus 3000 eingezwingerten Puppen wurden nur 28 Stück einer einzigen Parasitenart

erhalten, aus den übrigen schlüpften gut entwickelte, gesunde Falter. Die Schlüpfzeit des Falters lag in der Zucht zwischen 7. und 11. Juni, die des Parasiten zwischen 11. und 18. Juni 1942.



Abb. 1c. Mit Gespinstschleiern von *Tortrix* überzogener Eichenstamm Original

Die Parasiten gehörten alle der Ichneumonidenart *Pimpla maculator* Grav. an. *Pimpla maculator* ist ein ausgesprochener Wicklerparasit. So ist sie vielfach Hauptparasit von *Cacoecia murinana* und ist in Mitteleuropa tatsächlich der wichtigste Parasit dieses Schädlings (siehe Schimitschek, Untersuchungen über Parasitenreihen).

Die Parasitierung von *Tortrix viridana* im Gebiet der Pollauer Berge war somit auffallend gering, ja geradezu ärmlich — war doch nur eine Art vorhanden und betrug das Parasitierungsprozent nur 0,9 —. Hingegen waren die Räuber sehr zahlreich vorhanden. So wurden bei der Be-



Abb. 2. *Tortrix viridana*-Puppen an Eiche. Original

gehung im Mai 1942 eine ganze Anzahl von verschiedenen Gruppen angehörenden Insekten als Räuber des Eichenwicklers festgestellt.

In den befallenen Waldungen fiel außer den genannten Schädlingen das gehäufte Auftreten bestimmter anderer Insekten auf. Immer, und zwar in allen Waldabschnitten fand sich eine Panorpate vor, ebenso häufig waren zwei Wanzenarten anzutreffen. Zahlreich war auch der große Puppenräuber *Calosoma sycophanta* L. vertreten. Besonders ins Auge fallend war jedoch die große Zahl der Canthariden. Diese hielten sich vorwiegend im Unterholz auf, waren jedoch auch an den Laubhölzern, besonders Eichen häufig anzutreffen. In Jungwaldungen ohne Unterholz waren die Canthariden nicht so häufig, dagegen trat hier der große Puppenräuber besonders stark auf.

Wie später festgestellt wurde, handelte es sich bei der Panorpate um *Panorpa communis* L. (Abb. 3), die beiden Wanzenarten gehörten der Familie der Miriden an und zwar wurden sie als *Cyllocoris histriconicus* L. (Abb. 5) und *Calocoris ochromelas* Gmelin (Abb. 6) bestimmt. Unter den Canthariden war die am häufigsten aufretende Art *Cantharis rustica* Fall.

Das zahlreiche Vorhandensein dieser Insekten legte die Vermutung irgendwelcher Zusammenhänge ihres gehäuften Auftretens mit der Eichenwickler- und Frostspannerkalamität nahe. Die starke Vermehrung von *Calosoma sycophanta* hing ohne Zweifel mit der Kalamität zusammen, pflegt doch nach den Erfahrungen vieler Praktiker und Forscher in Raupenjahren die Bevölkerung dieses Käfers, selbst in Gebieten, wo er schon selten war, sehr rasch anzusteigen. Es wurde daher auch den anderen in diesem Gebiete so auffallend häufig vorhandenen Insektenarten besonderes Augenmerk geschenkt und wirklich wurden diese Arten in häufigen Fällen als Räuber von *Tortrix viridana* angetroffen. *Panorpa communis* und die beiden Miriden überfielen die Puppen des Eichenwicklers, *Cantharis rustica* stellte Raupen und Puppen dieser Lepidoptere nach. *Cantharis rustica* wurde ferner noch beim Ausfressen von Frostspannerraupen und Eigelegen verschiedener Insekten angetroffen, wie ihm auch Kannibalismus keineswegs fremd war (er wurde beim Verzehren von Artgenossen beobachtet).

Bevor auf die Angriffsart, der hier als Räuber von *Tortrix viridana* festgestellten Insektenarten näher eingegangen wird, sollen kurz die Literaturangaben über die Lebensweise dieser Arten besprochen werden.

Panorpa communis wird von älteren Autoren als räuberisches Tier angeführt, nach übereinstimmenden Angaben aus der Literatur der neueren Zeit nimmt sie aber nur Aas oder sterbende Tiere an. Eidmann allerdings, der ein starkes Auftreten von *Panorpa communis* zusammen mit *Calosoma sycophanta* bei einer Frostspanner- und Eichenwicklerkalamität in der preußischen Oberförterei Kottwitz beobachtet hatte, führt an, *Panorpa communis* beim Verzehren eines gesunden Eichenwicklerräupchens beobachtet zu haben. In den Wäldern von Unterwisternitz wurde diese

Skorpionsfliege oft beim Aussaugen von gesunden Tortrixpuppen angetroffen. Es mag dies den Angaben der meisten neueren Autoren, die *Panorpa* als Aas fressendes oder sterbende Tiere überfallendes Insekt bezeichnen, insofern nicht widersprechen, als hier sowohl die äußerliche Ruhestellung als auch der relativ latente Lebenszustand während der Puppenruhe für den Angriff ausschlaggebend sein kann.

Die beiden räuberischen Wanzenarten gehören der Familie der Miriden an. Von dieser Familie gibt Weber an, daß sie in der Mehrzahl phytophag sei, aber auch einige räuberische Formen enthalte. Über *Calocoris ochromelas* Gmelin findet sich bei Stichel die Angabe, sie sei hauptsächlich auf blühenden Eichen heimisch „schädlichen Insekten wie Raupen von *chrysorrhoea* nachstellend". Über die nahe verwandte *Cyllocoris histrionicus* L., die Stichel ebenfalls auf blühenden Eichen vorkommend anführt, finden sich keine näheren Hinweise über ihre Lebensweise. Wanzen als Feinde des Eichenwicklers wurden bereits festgestellt. Escherich führt in seinen „Forstinsekten Mitteleuropas" unter den Feinden des Eichenwicklers nicht näher bestimmte „Baumwanzen" an. Ebenso werden in diesem Werk „Wanzen" als Räuber von *Hibernia defoliaria* angegeben.

Die Cantharиden sind nach Escherich sowohl als Larven, als auch als Imagines carnivor, doch gibt es unter ihnen auch einige Pflanzenfresser. Zu diesen zählt auch *Cantharis rustica*, dessen Schäden an der Eiche immerhin so bemerkbar werden, daß er unter die Forstschädlinge gestellt wird. Dieser Käfer hat jedoch neben seiner phytophagen auch die carnivore Lebensweise seiner Familie beibehalten, zumindest kehrt er in günstigen Fällen, wie in einem Massenvermehrungsgebiete zu ihr zurück. Er wurde im Gebiete der Pollauer Berge im Massenvermehrungsgebiete des Eichenwicklers so oft als Räuber von *Tortrix viridana* angetroffen, daß er hier als dessen Feind zweifellos eine bedeutende Rolle spielt, besonders da er in großen Massen auftrat. Ferner wurde er, wie schon erwähnt, noch als Räuber von Frostspannerraupen und Eiern verschiedener Insekten beobachtet, wie er auch seine Artgenossen keineswegs verschonte.

Die Art des Angriffes erfolgte bei den einzelnen Räubern in der für die betreffende Insektengruppe charakteristischen Weise. Die Skorpionsfliegen (*Panorpa communis*) (Abb. 3) senkten ihr Rostrum, durch ein größeres, unregelmäßig herausgebrochenes Loch der Chitinhülle in das Innere der Puppe und ließen es längere Zeit im



Abb. 3. *Panorpa communis* Linné. Orig.



Abb. 4. Puppe von *Tortrix viridana* mit durch *Panorpa communis* herausgebrochenem Loch der Chitinhülle. Orig.

Innern des Puppenkörpers (Abb. 4). Nach WEBER erfolgt die Nahrungsaufnahme bei *Panorpa* in der Weise, „daß dieser den durch ein erbrochenes Verdauungssekret aufgeschlossenen Körperinhalt, teils mit Hilfe seiner schwachen Mandibeln abreißt, teils mit den Ladenteilen der Maxillen aufschlürft".

Die beiden Miridenarten *Cyllocoris histrionicus* Linné (Abb. 5) und *Calocoris ochromelas* Gmelin (Abb. 6) stachen durch ein äußerst feines Loch im Chitin den Puppenkörper an und saugten durch längere Zeit dessen Säfte auf.

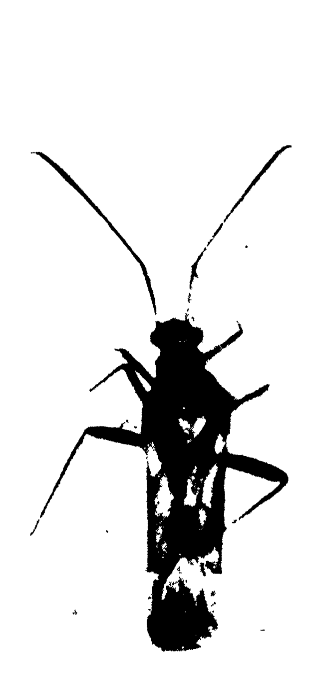


Abb. 5. *Cyllocoris histrionicus* Linné. Original



Abb. 6. *Calocoris ochromelas* Gmelin. Original

Cantharis rustica legte sich zumeist über sein Beutetier, Puppe oder Raupe, darüber und fraß es von der Rücken- oder Bauchseite her aus (Abb. 7). In manchen Fällen war es so, daß der Cantharide mit seiner Beute, einer sich abspinnenden Raupe oder an einem Spinnfaden hängenden Puppe, in der Luft baumelte, sich aber dadurch nicht im geringsten in seiner Freßtätigkeit stören ließ. Manchmal, da der Spinnfaden noch kürzer war, hielt der Käfer mit den Tarsen seiner Hinterbeine sich an dem Blatt

oder Zweigstück, an welchem der Spinnfaden befestigt war, fest, während er mit den Tarsen der vorderen Beinpaare das Opfertier umklammerte und dabei ausfraß.

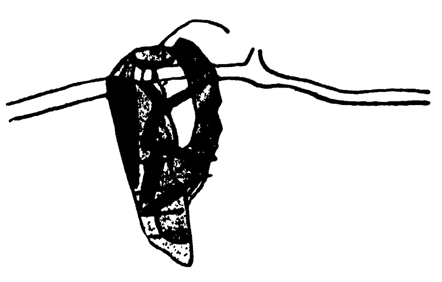


Abb. 7. *Cantharis rustica* beim Verzehren einer *Tortrix*-Raupe. Nach bei der Begehung aufgenommenen Farbbild gezeichnet

Kannibalismus wurde bei *Cantharis rustica* des öfteren beobachtet. Nach vorangegangenem Kampf wurde der unterlegene Artgenosse von der Bauchseite her ausgefressen (Abb. 8).

Nach all diesen Beobachtungen konnten *Panorpa communis* L., die beiden Miriden *Cyllocoris histrionicus* L. und *Calocoris ochromelas* Gmelin, sowie der Käfer *Cantharis rustica* Fall. eindeutig als Räuber des Eichenwicklers festgestellt werden; *Cantharis* ferner noch als Feind des Frostspanners, Räuber von Insekteneiern und Kannibale.

Bei *Panorpa communis* und den beiden Miridenarten hängt demnach wohl ihr starkes Vorhandensein in diesem Gebiete, ebenso wie das von *Calosoma sycophanta*, ursächlich mit dem Massenauftreten von *Tortrix viridana* zusammen. Bei *Cantharis rustica* mag es sich jedoch auch anders verhalten. Als auch phytophages, sich speziell von Eichen nährendem Tier mögen vielleicht die gleichen Faktoren wie bei *Tortrix viridana* und den Frostspannern zunächst zu seiner Vermehrung beigetragen haben und seine räuberische Lebensweise in dem Raupengebiete, das Ansteigen seiner Bevölkerungsdichte dann noch weiter begünstigt haben. Feststehend ist jedoch, daß in diesen Wäldern die Schäden von *Cantharis rustica* im Vergleich zu den durch *Tortrix viridana* und den Frostspannern verur-

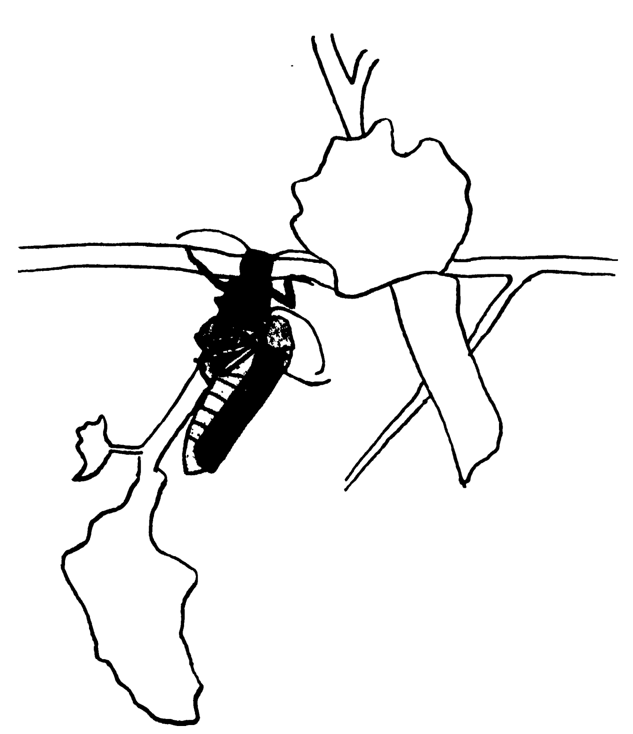


Abb. 8. *Cantharis rustica* als Kannibale. Nach bei der Begehung aufgenommenen Farbbild gezeichnet

sachten völlig bedeutungslos waren. Wohl aber hatte *Cantharis rustica* große Bedeutung als Räuber des Eichenwicklers und der Frostspanner und trug dadurch sicherlich, besonders durch sein massenhaftes Vorhandensein, zur Dezimierung dieser Schädlinge bei.

Es mag gestattet sein, am Ende der Arbeit noch einige weitere in den Waldungen festgestellte Insektenarten anzuführen und einige Hinweise auf ihre Lebensweise zu geben.

Häufig fand sich auf Eichen die Silphide *Silpha (Xylodrepa) quadripunctata* L., ferner wurden einige Vertreter der Elateridenarten *Melanotus brunnipes* Germ. und *Elater sanguinolentus* Schrnk. angetroffen. Von Cantharìden waren außer dem so zahlreich aufgetretenen Cantharìden *Cantharis rustica* noch *Cantharis obscura* L. und *Cantharis livida a. rufipes* Hbst. vorhanden. Weiterhin fiel in diesen Waldungen durch häufigeres Auftreten der Tenebrionide *Helops lannipes* L. auf. Vereinzelt fand sich noch *Pyrochroa coccinea* L. und die Lagriide *Lagria atripes* Muls. vor. Endlich wurden noch einige an Eichen schädliche Rüßler, so *Balaninus glandium* Mrsh. und eine *Phyllobius*art festgestellt.

Bezüglich *Silpha quadripunctata* L. fanden sich interessante Literaturangaben. Nach REITTER „sind Larven und Käfer dieser Art Raupenjäger und verfolgen auf Eichen die Raupen des Prozessionsspinners“, in Frankreich stellen sie nach demselben Autor auch den Raupen von *Euproctis chrrysorrhoea* nach. ESCHERICH führt *Silpha quadripunctata* L. unter den Räubern von *Tortrix viridana* an. So mag auch in diesem Gebiete ihr häufigeres Auftreten im Zusammenhange mit der Massenvermehrung des Eichenwicklers stehen, obzwar sie direkt als Räuber von *Tortrix viridana* nicht beobachtet wurde. Bezüglich der Lebensweise der Imagines der beiden Elateriden *Melanotus brunnipes* Germ. und *Elater sanguinolentus* Schrnk. finden sich in der Literatur keine Hinweise; ihre Larven leben in Mulm und stellen da holzbewohnenden Insekten nach. *Cantharis obscura* L. ist gleichfalls Eichenschädling; die Lebensweise mag in diesen Waldungen dieselbe sein, wie sie für *Cantharis rustica* festgestellt wurde; dieser Cantharide ebenso wie *Cantharis livida* L. *a. rufipes* Hbst. stellten wohl auch den Raupen und Puppen von *Tortrix viridana*, sowie den übrigen vorhandenen Raupen nach. Von *Helops lanipes* L. berichtet ESCHERICH, daß seine Imagines in großer Zahl an Kiefern vorkommen. Derselbe Autor berichtet weiters von einem so starken Auftreten dieses Tenebrioniden in einem Kiefernwalde bei München, daß sein Vorhandensein den Forstleuten auffiel. In den Wäldern der Umgebung von Nikolsburg und Unterwisternitz fiel ein häufiges Vorkommen dieses Käfers an vom Eichenwickler und den Frostspannern befallenen Eichen auf. *Pyrochroa coccinea* und der Lagriide fanden sich nur vereinzelt vor. Ebenfalls nur vereinzelt fand sich der an Eicheln schädlich werdende Curculionide *Balaninus glandium* Mrsh. vor.

Es sollte in dieser Arbeit eine kleine Darstellung des Auftretens des Eichenwicklers im Gebiet der Pollauer Berge gegeben, sowie sein Lebensverein: Parasiten und Räuber gekennzeichnet werden. Als besonders interessant erwies sich hierbei das zahlenmäßig starke Auftreten der als Räuber festgestellten Arten, so der Panorpate *Panorpa communis* Linné, der beiden Miriden *Cyllocoris histrionicus* Linné und *Calocoris ochromelas* Gmelin, des großen Puppenräubers und des Cantharíden *Cantharis rustica* Fall., die wohl in ihrer Gesamtheit die Bevölkerung des Eichenwicklers zu dezimieren vermochten. Das zahlreiche Vorhandensein dieser als Räuber festgestellten Insekten ist in diesem Gebiete um so bedeutungsvoller, da Parasiten des Eichenwicklers fast fehlten (wie schon erwähnt, war nur ein einziger Parasit und dieser nur in geringer Zahl aufgetreten), und auch keine Bacteriosen festgestellt wurden. So kamen in diesem Jahr in den Wäldern der Umgebung von Nikolsburg und Unterwisternitz nur die räuberischen Insekten als wesentliche Feinde des Eichenwicklers in Betracht.

Zusammenfassung

Tortrix viridana L. fand sich im Gebiet der Pollauer Berge in den Jahren 1941 und 1942 im Zeichen der Massenvermehrung. Die Schäden des Eichenwicklers zeigten an den Eichen alle Übergangsstufen vom Lichtfraß bis zum Kahlfraß, besonders waren 25jährige Eichenbestände und Eichenüberhälter befallen. Auch auf andere Laubhölzer war *Tortrix* übergegangen. 1941 trat vergesellschaftet mit dem Eichenwickler *Cheimatobia brumata* L. auf, 1942 traten noch *Hibernia defoliaria* Cl. und *Himera pennaria* L. hinzu.

Das eingezwingerte Puppenmaterial erwies sich als vorwiegend gesund. Es wurde nur ein einziger Parasit *Pimpla maculator* L. und dieser nur in geringer Zahl festgestellt.

Als Räuber von *Tortrix viridana* wurden außer *Calosoma sycophanta*, die Skorpionsfliege *Panorpa communis* L., zwei Wanzenarten aus der Familie der Miriden: *Cyllocoris histrionicus* L. und *Calocoris ochromelas* Gmel. sowie der Cantharide *Cantharis rustica* Fall. festgestellt. Ihr Vorhandensein in diesem Gebiete war, wohl im Zusammenhang mit ihrer Lebensweise, so zahlreich, daß sie in ihrer Gesamtheit sicherlich eine wesentliche Dezimierung des Eichenwicklers herbeizuführen vermochten.

Ferner wurde noch die übrige in diesen Wäldern festgestellte Insektenwelt kurz gekennzeichnet und Hinweise auf ihre vermutliche Lebensweise gegeben.

Schrifttum

Eckstein, K., Forstliche Zoologie. Berlin 1897.

Eidmann, H., Die Bekämpfung vom Frostspanner und Eichenwickler durch Arsenbestäubung mittels Motorverstäuber. Mitteilungen aus der Forstwirtschaft und Forstwissenschaft, Jahrg. 1930, Heft 4. Hannover, Verlag Schaper.

ESCHERICH, K., Die Forstinsekten Mitteleuropas. II. Bd., Berlin 1923, III. Bd., Berlin 1931.

JUDEICH, J. F, NITSCHE, H., Lehrbuch der mitteleuropäischen Forstinsektenkunde. Wie 1895.

SCHIMITSCHEK, E., Untersuchungen über Parasitenreihen. (Erscheint in den Mitteilungen der Hermann-Göring-Akademie Bd. 3.) 1943.

STICHEL, W., Illustrierte Bestimmungstabellen der deutschen Wanzen. Berlin 1925—1938.

WEBER, H., Lehrbuch der Entomologie. Jena, Verlag G. Fischer, 1933.

— — Biologie der Hemipteren. (Eine Naturgeschichte der Schnabelkerfe.) Berlin, Verlag J. Springer, 1930.

Mitteilung aus dem Vierjahresplaninstitut für Werkstofforschung beim Staatlichen Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem [1])

Beobachtungen und experimentelle Untersuchungen zur Kenntnis des Mulmbockkäfers (Ergates faber L.)

2. Die Larvenentwicklung

Von

GÜNTHER BECKER

Mit 16 Abbildungen

Inhalt:

I. Vorbemerkung zur Durchführung der Versuche

Die im Rahmen einer umfassenden Holzschutzforschungsaufgabe in der Abteilung Werkstoff-Biologie des Institutes durchgeführten Untersuchungen über den Mulmbockkäfer, der als technisch wichtiger Holzschädling des im Freiland verbauten Holzes von Bedeutung ist und dessen Larven nach vergleichenden Versuchen (B. SCHULZE und G. BECKER 1941) eine besonders hohe Giftwiderstandsfähigkeit aufweisen, sollten, wie bereits

[1]) Die Versuche wurden in der Abteilung Werkstoff-Biologie des Institutes durchgeführt.

im 1. Teil der Arbeit gesagt, die Kenntnis dieses bisher gar nicht näher untersuchten Insekts fördern und die Grundlagen für einen geeigneten Holzschutz gegen die Mulmbockkäferlarven und für ihre Verwendung zur Holzschutzmittelprüfung bilden. Zugleich war ein mit dieser Untersuchung gegebener Beitrag zur vergleichenden Ökologie und Physiologie der holzzerstörenden Käferlarven sehr erwünscht (G. Becker 1943).

Allerdings mußte sie, nachdem die Versuche bereits vor Kriegsbeginn zum größeren Teil vorlagen, oft und lange unterbrochen und an Umfang zugunsten anderer, praktisch wichtigerer Arbeiten auf dem Holzschutzgebiet sehr eingeschränkt werden, und insbesondere bei den experimentellen Larvenuntersuchungen, die wegen der erforderlichen Einzelzuchten der Tiere, ihres zweimaligen Wägens und anderer Vorbereitungen recht zeitraubend sind, konnte wenig mehr durchgeführt werden, als zur grundsätzlichen Klärung der wichtigsten Fragen unbedingt erforderlich war. So war es weder möglich, Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen in größerer Zahl zu kombinieren, noch Fragen der Ernährungsphysiologie, z. B. den Einfluß der holzzerstörenden Pilze u. a. ganz befriedigend zu klären. Auch konnten die unter den verschiedenen Bedingungen von den Larven zerstörten Holz- und abgegebenen Kotmengen leider wegen der Langwierigkeit genauer Messungen nicht bestimmt, sondern stets nur die Gewichtsänderungen der Larven als Maßstab berücksichtigt werden.

Für die experimentellen Untersuchungen wurden in erster Linie Eilarven und jüngere Tiere verwendet, ältere Larven nur in verhältnismäßig geringem Umfang. Es wurde auf gleichmäßige Auswahl und Größenverteilung der Versuchstiere auf die einzelnen Versuchsreihen geachtet, nach Möglichkeit nur einheitlich vorbehandeltes Tiermaterial verwendet oder in den Fällen der Eilarvenversuche, wo dies nicht möglich war, ebenfalls für eine entsprechende Verteilung der Tiere auf die Einzelversuche einer Reihe gesorgt. Die Larven wurden einzeln vor Beginn und am Ende eines Versuches auf einer Analysenwage mit Dämpfung und automatischer Einstellung gewogen, und zwar die Eilarven sofort oder 1 Tag nach dem Schlüpfen, die jüngeren Tiere nach eintägigem, die älteren nach dreitägigem Hungern, um den Einfluß der Kotmenge auf das Gewicht möglichst auszuschalten.

Sofern nichts anderes angegeben ist, wurde für die Versuche Kiefernsplintholz verwendet, das ungefähr 3 ... 5 Jahre gelagert, gleichmäßig gewachsen (Frühholz: Spätholz ungefähr wie 1 : 1), harzarm, astfrei und nicht verblaut war. Um einen Einfluß der Stammzonen zu vermeiden, dienten für eine Versuchsreihe nur Holzklötzchen, die im Stamm senkrecht übereinander gelegen hatten. Die Größe der Versuchsklötzchen betrug (im Anschluß an andere Versuche des Institutes, insbesondere die Verwendung des Holzes zur Pilzschutz- und Hausbockbekämpfungsmittelprüfung) meist 1,5 × 2,5 × 5,0 (Stammrichtung) cm, bei älteren Larven mehr. Ganz große Larven wurden auch in einem Gemisch aus Holz und Mulm in

größeren Glasgefäßen gehalten. Die kleineren Klötzchen waren besonders auch beim Arbeiten mit holzzerstörenden Pilzen von Vorteil, da sie sich in Kolleschalen einbauen ließen und an ihnen im Institut eingehende Beobachtungen und Zahlenwerte aus den Untersuchungen mit diesen Pilzen vorlagen.

Weitere erwähnenswerte Einzelheiten über die Versuchsdurchführung werden an späterer Stelle bei der Besprechung der Versuche selbst kurz mitgeteilt werden.

II. Die Larve und ihre Lebensweise

Die aus dem Ei schlüpfenden Mulmbockkäferlarven (Abb. 1) sind 4...5 mm lang und wiegen — vgl. Teil 1 dieser Arbeit — je nach Größe des Muttertieres und des Eies, in geringerem Maße beeinflußt durch die Klimabedingungen während der Eientwicklung, 1,4...2,6 mg. Gelegentlich sind einzelne Larven auch kleiner als 1,4 mg. Die Farbe der Larven ist hellgelblich. Bereits durch diese Gelbfärbung unterscheiden sie sich deutlich von gleichgroßen Larven des Hausbockkäfers (*Hylotrupes bajulus* L.) oder des Rothalsbockkäfers (*Leptura rubra* L.), die weißlich gefärbt sind, während beispielsweise die Larven des Halsgrubenbockes (*Criocephalus rusticus* L.), und des Waldbockes (*Spondylis buprestoides* L.) ebenfalls eine gelbliche Farbe besitzen. Die Körpergestalt der Mulmbockeilarven ist dadurch gut gekennzeichnet, daß die einzelnen Segmente annähernd gleich dick sind und der Körper sich nach hinten allmählich verjüngt, während bei den Larven des Hausbockkäfers er ungefähr in der Mitte am dünnsten und das Körperende deutlich verdickt ist (vgl. Abb. 1).

Die im Schrifttum hinreichend beschriebenen Larven können bis über 8 cm lang und 11 g schwer, also entsprechend den Imagines erstaunlich groß werden (Abb. 2). An dem auch im ausgewachsenen Zustand nach hinten zu gleichmäßig verjüngten Larvenkörper sind die, vor allem in der Mitte, außerordentlich tiefen Segmenteinschnitte besonders auffallend (vgl. Abb. 2). Sie entstehen durch eine sehr starke Ausbildung der dorsalen und ventralen schwellbaren Warzen mit kräftiger Durchblutung, die es den Tieren ermöglichen, in ihren Gängen auffallend rasch', viel schneller als es die meisten anderen Cerambycidenlarven können. vorwärts und rückwärts zu kriechen. Bei Ausstülpung der Kriechwarzen ist der Körper in der Mitte höher als breit. Die Beine sind ganz kurz, klein und stummelförmig und an der Bewegung nicht beteiligt; die stark ausgeprägten

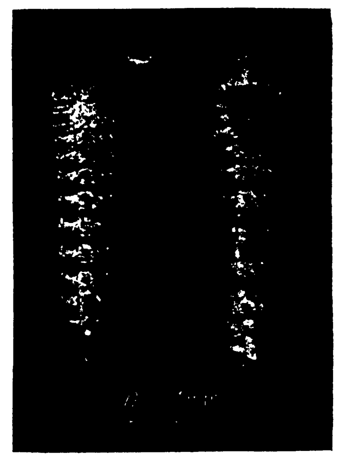


Abb. 1. Eilarve des Mulmbockkäfers (links) und gleichgroße (ältere) Larve des Hausbockkäfers.
Aufn.: Staatl. Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem (G. Becker)

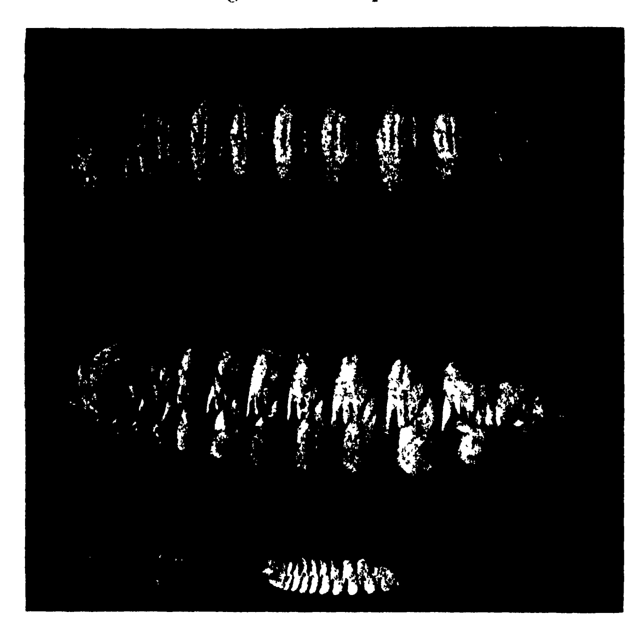


Abb. 2. Ausgewachsene Larven des Mulmbockkäfers (von oben und von der Seite). Als Größenvergleich darunter eine ausgewachsene Hausbocklarve. Natürliche Größe.
Aufn. (Abb. 1 und 2): Staatl. Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem. Fachbereich Werkstoff-Biologie (G. Becker)

Seitenwülste sind auf die drei letzten Segmente beschränkt. Die Stigmen, besonders die des zweiten Thorakalsegmentes, sind sehr deutlich (Abb. 2) sichtbar.

Wie bereits im 1. Teil der Arbeit gesagt, sind die Larven auf Nadelholz beschränkt, Angaben über Laubholzbefall werden für unzutreffend gehalten[1]). Stubben auf Lichtungen und an Waldrändern, Strom- und Telegraphenmasten, Zaun- und Wäschepfähle sind die hauptsächlichsten Befallsstellen durch den Mulmbockkäfer. Bei Kiefernholz wird nur das Splintholz gefressen, das Kernholz zumeist gemieden. Die Rinde bleibt unversehrt, während andere Cerambycidenlarven vorwiegend in ihr und in der Bastschicht fressen; vielmehr beschränkt sich der Befall auf den eigentlichen Splintholzteil. (Fraßbilder sind im 1. Teil der Arbeit wiedergegeben.)

Die Larven fressen im Holz unregelmäßig verlaufende Gänge, die mit Kot und abgerissenen größeren Holzspänen mehr oder weniger fest gefüllt werden (Abb. 3). Die langen Holzspäne und -fasern, die für den Mulmbockfraß, aber auch für das Zerstörungsbild von *Criocephalus* und anderen Bockkäfern als recht kennzeichnend angegeben werden können,

[1]) In Calwers Käferbuch von C. Schaufuss (1916, S. 825) fand ich inzwischen noch ebenfalls eine Angabe, daß *Ergates* auch in Weiden und Pappeln lebe. Das dürfte allerdings ebensowenig sicher beobachtet sein wie die an gleicher Stelle angegebene Flugzeit des Käfers von 12...3 Uhr mittags!

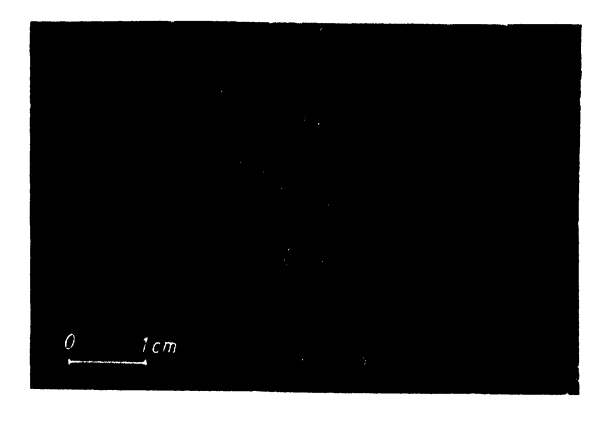


Abb. 3. Inhalt des Bohrganges einer größeren Mulmbockklarve. (Natürliche Größe.) Aufn. Vierjahresplaninstitut für Werkstoffforschung (G. Becker)

sind weitgehend durch den Feuchtigkeitsgrad des Holzes bedingt, bei dem der Fraß vor sich geht, und nicht eine reine Eigentümlichkeit des Tieres. Denn auch die Hausbockkäferlarve, die für gewöhnlich nur bei der Herstellung der Puppenwiege und des Ganges von dieser zum Flugloch Späne abreißt, während sonst neben dem Kot feines Nagsel beobachtet wird, zeigt solchen „Spänchenfraß“ wie die Mulmbockkäferlarve, wenn sie in hinreichend feuchtem Holz lebt.

Ein äußerer Holzmantel von etwa 5 ... 15 mm Dicke bleibt vom Larvenfraß meist verschont, so daß wie bei anderen holzzerstörenden Insekten erst die Fluglöcher der Käfer äußerlich den Larvenfraß anzeigen.

Der Kot (Abb. 4) hat die Farbe des gefressenen Holzes und ist unregelmäßig zylindrisch, meist mit Einkerbungen auf der Mantelfläche versehen und hat eine konvexe und eine konkave Seitenfläche. Bei großen Larven ist sein Anteil an dem gesamten, in großer Menge erzeugten Mulm sehr gering. Bei jüngeren Tieren ist das Verhältnis ein anderes, und der Zerstörungsgrad des Holzes ist bei ihnen im Verhältnis zur Gewichtszunahme recht gering. Die Fraßgänge junger Larven sind beim Mulmbock, im Gegensatz zu denen junger Hausbocklarven, sehr kurz.

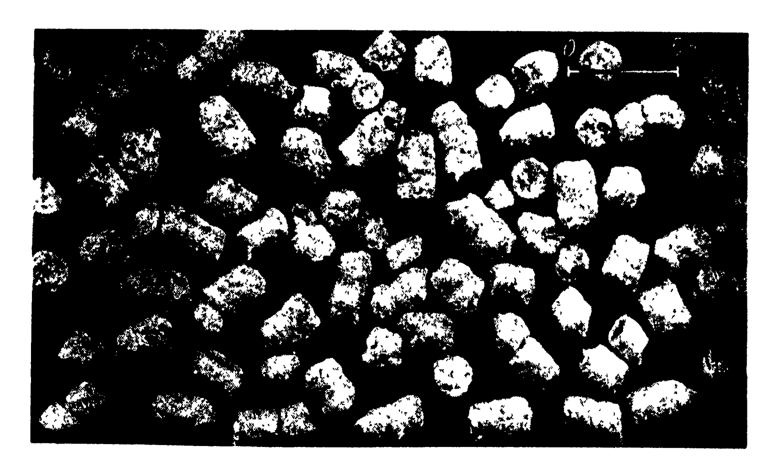


Abb. 4. Kotwalzen einer erwachsenen Mulmbocklarve. Aufn.: Vierjahresplaninstitut für Werkstoffforschung (G. Becker)



Abb. 5. Fruchtkörper von *Poria spec.* aus dem Innern einer Puppenwiege von *Ergates faber* L. Aufn.: Vierjahresplaninstitut für Werkstofforschung (G. Becker)

Genaue Zahlen über den Zerstörungsgrad des Holzes durch Larven bestimmter Größe, die erzeugte Kotmenge im Verhältnis zur Gewichtszunahme usw. konnten aus den eingangs genannten Gründen leider nicht ermittelt werden. Wichtig für den durch die Mulmbocklarven angerichteten Schaden an verbautem Holz ist jedenfalls, daß sie von etwa der Größe erwachsener Hausbocklarven an wesentlich mehr zerstören, als sie fressen. Der Verrottungsvorgang toten Holzes wird durch sie also außerordentlich beschleunigt.

Die von *Ergates* befallenen Hölzer sind im allgemeinen gleichzeitig von holzzerstörenden Pilzen besiedelt, die ebenfalls einen wesentlichen Anteil an der Vermorschung des Holzes haben. An den Stubben der Lichtungen zwischen Luckenwalde und Jüterbog wurden auf Grund von Fruchtkörpern *Paxillus acheruntius* und *Poria spec.* festgestellt. (Für die Bestimmung sei Herrn Prof. Dr. Ulbrich, Botanisches Museum Berlin-Dahlem, auch an dieser Stelle gedankt.) Die *Poria*-Art pflegte wenige Tage, nachdem die Käfer die Puppenwiegen verlassen hatten, an deren Wänden auszusprossen und sie mit eigenartigen, stachligen Fruchtkörpern zu überziehen (Abb. 5). Daneben dürfte eine Reihe anderer Pilzarten vorkommen.

Die Entwicklungsdauer des Mulmbockkäfers beträgt mehrere Jahre. Im Herbst ziehen sich die Larven in die unterirdischen Teile der Hölzer, z. B. in das Wurzelholz der Stubben, das auch während des Sommers gefressen wird, zurück. Anfang Oktober wurden an den genannten Fundorten keine *Ergates*- oder *Chalcophora*-Larven mehr (dagegen noch *Spondylis*-Larven) in den oberirdischen Holzteilen beobachtet. Nach den im Freien untersuchten Verhältnissen dauert die Larvenentwicklung für gewöhnlich 4 ... 5 Jahre, seltener nur 3 oder in einzelnen Fällen 6 Jahre und noch länger. Herstellung und Anlage der Puppenwiege durch die Larve ist im ersten Teil der Veröffentlichung beschrieben worden.

III. Der Einfluß klimatischer Faktoren auf die Larvenentwicklung

1. Temperatur

Die Versuche zur Bestimmung des Temperatureinflusses auf die Larvenentwicklung konnten nur mit zwei Feuchtigkeitsstufen durchgeführt werden, nämlich bei 90 ... 93 % und 96 ... 98 % rel. Luftfeuchtigkeit, d. h.,

wie später gezeigt werden wird, nahe der unteren Grenze der Lebensmöglichkeit für die Tiere. Da jedoch die Einstellung höherer Holzfeuchtigkeiten in Nähe des Entwicklungsoptimums sehr schwierig und außerdem ungenau ist, mußte aus den eingangs genannten Gründen auf die Prüfung des Temperatureinflusses bei günstigerer Nahrungsfeuchtigkeit verzichtet werden. Über die wirklichen Temperaturgrenzen einer Entwicklungsmöglichkeit kann also nichts Genaues ausgesagt werden, doch dürfte der Verlauf der Temperaturabhängigkeitskurven auch auf andere Feuchtigkeitsverhältnisse entsprechend zu übertragen und nur die Grenze der Entwicklungsmöglichkeit jeweils eine andere sein.

Die Versuchsergebnisse sind in den Tabellen 1 und 2 zusammengestellt und in Abb. 6 graphisch ausgewertet. Am raschesten geht die Larvenentwicklung bei ungefähr 30...31° vor sich. Die Unterschiede in der Wachstumsgeschwindigkeit im Bereich von 24° bis etwa 32° sind nicht sonderlich groß, der günstige Bereich erscheint also recht weit. Die untere Entwicklungsgrenze dürfte der ähnlich lebender Cerambyciden z. B. *Hylotrupes*-Larven entsprechen oder etwas höher liegen, die obere liegt für die Holzfeuchtigkeit von etwa 25 % erst oberhalb von 37°. Doch ist bei 37° das Larvenwachstum nur noch mäßig, die Empfindlichkeit der Tiere gegen geringere Luftfeuchtigkeit groß. Für ältere Larven liegt die obere Grenze der Wachstumsmöglichkeit anscheinend zwischen 35 und 37°.

Die Sterblichkeit der Larven war in der ersten Versuchsreihe a (260...262 Tage, 93...95 % relativer Luftfeuchtigkeit) mit 40 % Sterblich-

Tabelle 1

Wachstum von *Ergates*-Eilarven in Kiefernsplintholz bei verschiedenen Temperaturen und 93...95% (a) bzw. 96...98% (b und c) relativer Luftfeuchtigkeit

	Temperatur	Versuchsdauer Tage	Zahl der Tiere bei Versuchsende	Endgewicht der Larven in mg kleinstes	größtes	Durchschnitt	„Endgewicht bei 28°" — Wert = 100
a	rd. 18° ± 0,4°	260...262	8	1,8	4.1	**2,9**	24
	rd. 20° ± 0,2°	260...262	12	2,8	24,5[1])	**8,3**	68
	rd. 28° ± 0,3°	260...262	15	4,6	26,7	**12.2**	100
b	rd. 24° ± 0,3°	80...83	31	4,1	7,3	**5,7**	91
	rd. 28° ± 0,3°	80...83	21	4,8	8,1	**6.3**	100
	rd. 34° ± 0,5°	80...83	15	3,2	6,3	**5.0**	79
c	rd. 24° ± 0,3°	97...100	24	4,1	6,5	**5,4**	84
	rd. 28° ± 0,3°	97...100	31	4,8	8,1	**6,4**	100
	rd. 31° ± 0,8°	97...100	24	4,2	9.8	**6,8**	106
	rd. 37° ± 0,3°	97...100	23	1,9	5,2	**3,2**	50

[1]) Starkes Wachstum möglicherweise durch Fraß einer anderen Larve bedingt.

Tabelle 2

Einfluß wechselnder Temperatur auf das Wachstum von *Ergates*-Eilarven bei 93...95 % relativer Luftfeuchtigkeit in 260...262 Tagen

Temperatur		Abgestorbene oder nicht wiedergefundene Larven in %	Zahl der Tiere bei Versuchsende	Endgewicht der Larven in mg			„Endgewicht bei 28° konst." Wert = 100
Höhe	Dauer			kleinstes	größtes	Durchschnitt	
28°	konst.	**40**	15	4,6	26,7	**12,2**	100
20°	konst.	**50**	12	2,8	24,5[1])	**8,3**	68
28° 20°	1 Woche 1 Woche	**20**	16	3,5	7,5	**5,5**	45

[1]) Starkes Wachstum möglicherweise durch Fraß einer anderen Larve bedingt.

keit bei 28° und 50 % bei 20° recht hoch (Tabelle 2). Allerdings ist die verhältnismäßig ungünstige Feuchtigkeitsstufe bei diesem Versuch zu beachten. Auffallend aber ist die dabei viel geringere Sterblichkeit von nur 20 % bei einem regelmäßigen wöchentlichen Wechsel der Temperatur zwischen 20 und 28° (Tabelle 2), während das Durchschnittsgewicht der Larven bei dieser Wechselbedingung geringer ist als der ungünstigere Wert von beiden (20°). Bei den beiden anderen Versuchsreihen (b und c) mit 96...98 % relativer Luftfeuchtigkeit, 80...83 bzw. 97...100 Tagen Versuchsdauer und günstigerem Holz ist die Sterblichkeit der Larven, im einzelnen nicht angegeben, in allen Fällen sehr gering.

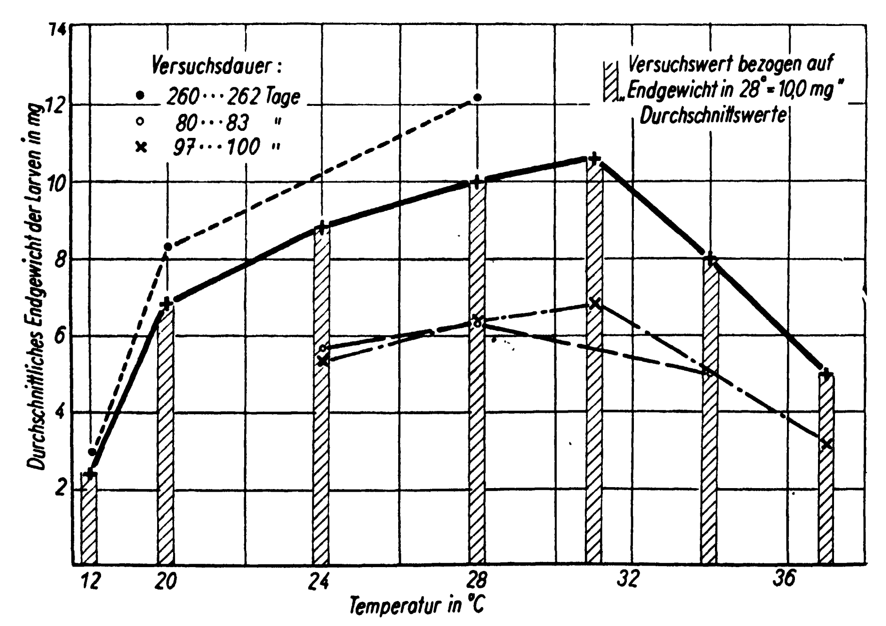


Abb. 6. Wachstumsgeschwindigkeit von Mulmbock-Eilarven bei verschiedener Temperatur

Das Temperaturoptimum der Mulmbockkäferlarven liegt nach den vorliegenden Ergebnissen — soweit auf Grund der beiderseits untersuchten Temperaturstufen vergleichbar — etwas höher als das von K. SCHUCH (1938) für die Hausbockkäferlarven bei ungefähr 28° (... 29°?) gefundene.

Die von K. HERTER bestimmte Vorzugstemperatur (gemessene Bodentemperatur) beträgt 35,3° ± 0,2° für ausgewachsene und 33,2° ± 0,2° für kleinere *Ergates*-Larven, liegt also etwas niedriger als die mit 38,3° ± 0,3° ermittelte Vorzugstemperatur der *Hylotrupes*-Larven. Bei den Imagines dagegen ist die Vorzugstemperatur der *Ergates*-Männchen von 42,5° ± 0,1° und der -Weibchen von 41,4° ± 0,2° etwas höher als die der *Hylotrupes*-Käfer mit einem Wert von 40,1° ± 0,4°.

Beide Arten leben an regelmäßig stark erwärmten Biotopen: auf Dachstühlen steigt die Temperatur im Sommer bei Sonnenschein während mehrerer Stunden auf mehr als 30°, und auch in den hauptsächlich von *Ergates* besiedelten Stubben auf Lichtungen und an Waldrändern sowie in Masten und Pfählen pflegt es in den Sommermonaten am Tage außerordentlich heiß zu werden. *Ergates* insbesondere gehört nach K. HERTER und den vorliegenden Untersuchungen zu den wärmeliebendsten Insekten der deutschen Fauna.

2. Feuchtigkeit

Die in der bereits geschilderten Weise durchgeführten Versuche mit verschiedener Luftfeuchtigkeit hatten die in der Tabelle 3 und der Abb. 7 zusammengestellten Ergebnisse. Danach kann der Feuchtigkeitseinfluß auf die Larvenentwicklung folgendermaßen gekennzeichnet werden: Die untere Grenze der Entwicklungsmöglichkeit liegt für Eilarven unter Verwendung von 20° und 28° konstanter Temperatur bei einer dauernden relativen Luftfeuchtigkeit von ungefähr 75 ... 80%. Unterhalb dieser Feuchtigkeitsstufe, der (bei 20°) eine Holzfeuchtigkeit von rund 14% entspricht (vgl. Abb. 8), gehen die Eilarven in längerer oder kürzerer Zeit ein. Mit steigender Luftfeuchtigkeit nimmt ihre Entwicklungsgeschwindigkeit zu. Bei gesättigter Luftfeuchtigkeit, die eine Holzfeuchtigkeit von ungefähr (27 ...) 28% (Prozent des Trockengewichtes) zur Folge hat, vermögen Eilarven, deren Anfangsgewicht im Durchschnitt etwa 2 mg beträgt, in 260 Tagen sogar bei 20° bereits ein Gewicht von 25 mg zu erreichen (Fütterung: Kiefernsplintholz). Die Sterblichkeit der Larven nimmt mit geringer werdender Luftfeuchtigkeit stark zu (Tabelle 3).

Einem kürzeren Trockenwerden der Luft (s. Tabelle 3, Wechsel zwischen 99 ... 100% relativer Luftfeuchtigkeit für 3 Wochen und 68 ... 72% für 1 Woche) widerstehen die Larven, begünstigt durch die langsame Wasserabgabe des Holzes, offensichtlich recht gut.

Bei den Eilarven bzw. den jüngsten Larven liegt die untere Grenze der Entwicklungsmöglichkeit hinsichtlich der Feuchtigkeit am niedrigsten.

Tabelle 3

Wachstum von *Ergates*-Eilarven in Kiefernsplintholz bei verschiedener Feuchtigkeit in 260 Tagen

Relative Luftfeuchtigkeit %	Temperatur	Abgestorbene oder nicht wiedergefundene Larven in %	Zahl der Tiere bei Versuchsende	Endgewicht der Larven in mg			„Endgewicht bei 99 und 100 %" Wert = 100
				kleinstes	größtes	Durchschnitt	
99...100	20°	52	12	5,7	18,4	**10,7**	100
93... 95	20°	50	12	2,8	24,5 [1])	**8,3**	78
84... 88	20°	52	12	2,9	10,4	**5,5**	51
68... 72	20°	92	2	1,1	2,9	**2,0**	19
55... 60	20°	88	3	1,0	1,9	**1,4**	13
99...100: 3 Wochen 68... 72: 1 Woche	20°	56	11	4,0	24,5	**9,1**	85
93... 95	28°	40	15	4.6	26,7	**12,2**	—
82... 86	28°	48	12	2.8	7,2	**4,6**	—
100	18°	60	4	3,7	22,4 [1])	**10.7** [2])	—
95... 98	18°	20	8	1,8	4,1	**2.9**	—

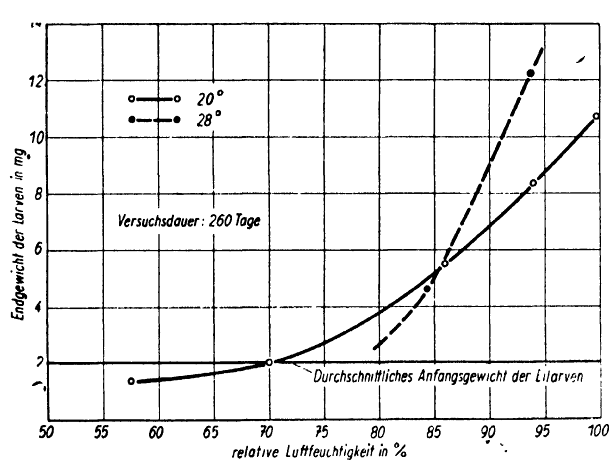


Abb. 7. Wachstumsgeschwindigkeit von Mulmbock-Eilarven bei verschiedener relativer Luftfeuchtigkeit

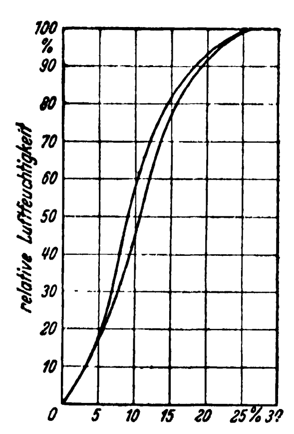


Abb. 8. Hygroskopisches Gleichgewicht von Kiefernholz bei 20°. (Nach E. MÖRATH aus F. KOLLMANN 1936)

Ältere Larven haben ein größeres Feuchtigkeitsbedürfnis (Tabelle 4, Abb. 8). Für Larven von etwa 5 ... 10 mg Gewicht, die also mittelgroßen Hausbocklarven entsprechen, liegt die Grenze ihrer Wachstumsmöglichkeit bei un-

[1]) Starkes Wachstum möglicherweise durch Fraß einer anderen Larve bedingt.
[2]) Durchschnittswert wohl infolge [1]) etwas zu hoch.

gefähr 90% relativer Luft- und ungefähr 20% Holzfeuchtigkeit. In niedrigeren Feuchtigkeitsstufen nehmen sie an Gewicht ab. Mit zunehmender Größe der Larven werden ihre Feuchtigkeitsansprüche noch höher, so daß bei ihnen eine Entwicklung erst von 25 bzw. 30% relativer Holzfeuchtigkeit, also teilweise erst in Höhe bzw. oberhalb des Fasersättigungspunktes bei etwa (27...) 28% möglich ist. Natürlich ist die Grenze bei einzelnen Tieren etwas verschieden.

Auch bei den daraufhin früher untersuchten Larven von *Anobium punctatum* De Geer (G. Becker 1942) sind die Ansprüche an die Nahrungs- und bzw. Luftfeuchtigkeit bei jüngeren Larven mit der raschesten Entwicklungsgeschwindigkeit geringer als bei älteren Tieren. Jedoch bedürfen die winzigen Eilarven dieser Art einer noch höheren Feuchtigkeit zum Wachstum als die älteren Larven.

Die untere Feuchtigkeitsgrenze liegt demnach bei den Mulmbockkäferlarven sehr hoch. Für die Hausbockkäferlarven (*Hylotrupes bajulus* L.) fand K. Schuch 40,5% relative Luftfeuchtigkeit als untere Grenze der Wachstumsmöglichkeit. Die Larven von *Anobium punctatum* dagegen haben nach G. Becker (1942) höhere Feuchtigkeitsansprüche: für jüngere Larven liegt die Grenze bei rund 50...55%, für ältere bei rund 55...60%, für Eilarven bei rund 60...65% relativer Luftfeuchtigkeit. *Ergates faber* L., dessen Larven, wie bereits im 1. Teil der Arbeit betont, nur an regelmäßig durchfeuchtetem Holz schädlich werden, hat also das größte Feuchtigkeitsbedürfnis unter den drei bisher untersuchten, einheimischen Holzschädlingen des verarbeiteten Werkstoffes. (Vgl. auch G. Becker, Z. f. angew. Entomol. 30, Heft 1, 1943.) Den Verhältnissen bei *Hylotrupes* und *Ergates* etwa vergleichbar ist das verschiedene Feuchtigkeitsbedürfnis der in Indien untersuchten Cerambyciden *Stromatium barbatum* Newman und *Hoplocerambyx spinicornis* Fabric. (C. Beeson und B. Bhatia 1938).

Die Prüfung von Holzfeuchtigkeiten oberhalb des Fasersättigungspunktes genau durchzuführen, ist sehr schwierig. Es wurden Klötzchen nebeneinander, durch Glasscheiben getrennt, in verschlossenen Glasschalen aufbewahrt, deren Boden und Deckel mit angefeuchtetem Filtrierpapier ausgelegt waren. Durch regelmäßige Wägung von Kontrollklötzchen gleicher Beschaffenheit ohne Tiere wurde die Holzfeuchtigkeit bestimmt und eingestellt. Am Schluß der Versuche wurde außerdem die Holzfeuchtigkeit in den Versuchsklötzchen durch Trocknung und Wägung ermittelt. Sehr genau zu arbeiten, ist auf diese Weise nicht möglich. Die angegebenen Durchschnittswerte (Tabelle 4) gelten also nur angenähert, Abweichungen der Feuchtigkeit in einzelnen Klötzchen um ± 10% sind ohne weiteres möglich. Auch die Kurven in Abb. 8 gelten daher nur angenähert. Immerhin zeigt die Übereinstimmung der Ergebnisse von 3 Versuchsreihen, daß die erhaltenen Werte einen guten Anhalt bieten. Mit Fehlern von 5...10% Holzfeuchtigkeit ist immerhin zu rechnen.

Die nur an etwas größeren (aber noch sehr jungen) Larven durchgeführten Versuche mit Holzfeuchtigkeiten oberhalb des Fasersättigungs-

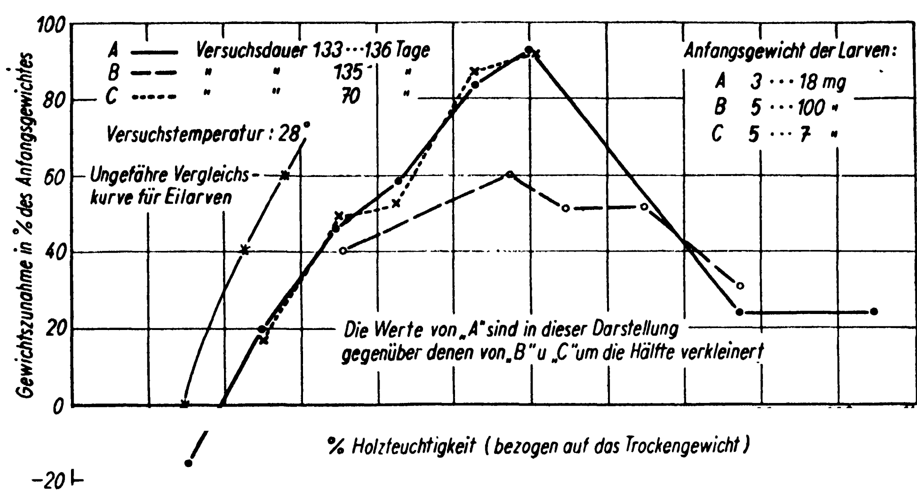


Abb. 9. Wachstumsgeschwindigkeit von Mulmbocklarven bei verschieden hohen Holzfeuchtigkeitsstufen

Tabelle 4

Gewichtsveränderung jüngerer *Ergates*-Larven in Kiefernsplintholz mit verschiedenem, höherem Feuchtigkeitsgehalt

Durchschnittlicher Wassergehalt des Holzes %	Versuchsdauer Tage	Anfangsgewicht der Larven mg	Zahl der Versuchstiere bei Versuchs- Anfang	Ende	Gewichtszunahme der Larven in % des Anfangsgewichtes kleinste	größte	durchschnittliche
14... 16 (15)	133...136	4,7... 18,4	6	5	60,0	8,5	**30,8**
24 .. 26 (25)	133...136	3,8... 15,2	5	4	15,8	74,1	**39,6**
33... 35 (34)	133...136	2,8... 20,3	6	6	34,2	127,3	**92,0**
42.. 44 (43)	133...136	4,2... 12,8	7	5	91,3	159,4	**116,5**
52... 54 (53)	133..136	3,1... 12,8	6	5	69,5	238,0	**166,1**
55... 65 (60)	133...136	4,4... 13,5	7	3	86,4	255,3	**185,2**
82... 94 (87)	133...136	3,2... 14,9	8	3	14,8	31,6	**24,1**
98...109 (104)	133...136	4,6... 15,3	8	4	5,8	49,1	**24,6**
34... 38	135	5,0... 49,9	8	6	20,6	57,9	**40,6**
50... 65	135	5,5... 84,3	8	7	26,2	147,9	**60,6**
50 .. 68	135	6,8... 91,3	9	6	24,7	88,9	**50,2**
70... 80	135	5,6...100,2	9	5	24,1	113,1	**51,9**
80 .. 95	135	5,1... 47,7	8	4	13,6	41,2	**31,2**
24... 26 (25)	70	5,6... 6,2	6	6	4,8	44,9	**16,9**
34... 35 (35)	70	4,8... 6,4	5	5	21,4	75,0	**49,2**
42... 44 (43)	70	4,8... 6,4	6	5	32,8	76,8	**52,6**
52... 53 (53)	70	4,8... 6,4	6	5	37,5	196,1	**87,8**
56... 64 (61)	70	4,8... 6,6	6	6	13,2	297,3	**92,1**

punktes ergaben ein mit zunehmender Feuchtigkeit beschleunigtes Larvenwachstum, das seinen Höhepunkt zwischen 50 und 70 %, etwa bei 60 % Holzfeuchtigkeit hatte. In diesem Feuchtigkeitsbereich war die Gewichts-

zunahme der Tiere außerordentlich gegenüber der in den anderen Stufen erhöht. Bei noch höheren Feuchtigkeitswerten nahm die Wachstumsgeschwindigkeit wiederum ab, doch können die Larven selbst bei einer wochenlangen Feuchtigkeit von rund 105%, also in ausgesprochen nassem Holz noch ohne weiteres wachsen. Allerdings nahm vom günstigsten Wert der Feuchtigkeit an die Sterblichkeit der Larven mit wachsender Holzfeuchtigkeit zu.

Nicht nur die untere Feuchtigkeitsgrenze, sondern auch das Feuchtigkeitsoptimum liegt also bei den Mulmbockkäferlarven sehr hoch. Nur regelmäßig sehr feuchtes Holz bietet somit für sie wirklich gute Entwicklungsmöglichkeiten. Daher pflegt ihr Vorkommen auf die Erdluftzone von Masten und Pfählen, auf Stubben und drgl. beschränkt zu sein, in lufttrockenem Holz aber sterben sie nach entsprechender Zeit ab. Die im 1. Teil der Arbeit beschriebenen Fälle einer Fachwerkzerstörung, bei denen das Vorhandensein hinreichender Feuchtigkeit nachgewiesen werden konnte, zeigen aber, daß in besonderen Fällen Werkholz auch außerhalb des Erdbereiches gefährdet sein kann. Die Erkenntnis jedoch, daß *Ergates* nur bei Vorhandensein einer bestimmten, verhältnismäßig hohen Feuchtigkeit zu leben vermag, ist für die praktische Beurteilung seiner Schädlichkeit sehr wichtig.

Im Zusammenhang mit Fragen des Feuchtigkeitseinflusses wurde die Entwicklungsmöglichkeit der Larven in saftfrischem Kiefernsplintholz geprüft. Das Holz wurde. feucht gelagert, einen Monat nach der Fällung mit Larven von 5 ... 10 mg Anfangsgewicht versehen und in einem abgeschlossenen Glasgefäß bei gesättigter Luftfeuchtigkeit und 28° aufbewahrt Von 9 Larven wurden 6 lebend wiedergefunden. Sie hatten nach 67 Tagen um durchschnittlich 58% ihres Anfangsgewichtes zugenommen. Die Entwicklung von *Ergates* in frischgefällten Stämmen erscheint also ohne weiteres möglich, und es bedarf offenbar nicht einer vorhergehenden Alterung des Holzes.

3. Verhalten verschieden großer Larven

Bei *Hylotrupes bajulus* L. und *Anobium punctatum* De Geer konnte Verf. feststellen, daß die Entwicklungsgeschwindigkeit der Larven in einem gewissen, je nach den Umweltbedingungen etwas verschiedenen jugendlichen Alter am größten ist. In diesem Entwicklungsstadium sind zugleich die Grenzen von Temperatur und Feuchtigkeit, die noch eine Entwicklung zulassen, am weitesten.

Auch bei den *Ergates*-Larven ist die Entwicklungsgeschwindigkeit der jüngeren größer als die der älteren Tiere. Zu genauen zahlen- oder kurvenmäßigen Angaben reichen die Versuche jedoch nicht aus. In Übereinstimmung mit den obengenannten Ergebnissen an *Anobium punctatum* liegt auch bei *Ergates* für jüngere Larven die obere Temperaturgrenze höher und vor allem die untere Feuchtigkeitsgrenze niedriger als bei älteren Tieren.

Leider reichen die Versuche und Beobachtungen nicht aus, um den Einfluß der Feuchtigkeit auf sehr große Larven über 4...5 g Gewicht sicher zu beurteilen. Sie bedürfen jedoch zu einem regelmäßigen Wachstum zumindest der Fasersättigung des Holzes. Im übrigen wuchsen Tiere von etwa 3 g Gewicht an nur langsam und unregelmäßig bei Verfütterung gesunden Kiefernsplintholzes. Anscheinend sind sie — was jedoch nicht genau geprüft werden konnte — von einem vorhergehenden Pilzbefall des Holzes stärker abhängig als jüngere Tiere (vgl. unten). Larven von 1...3 g Gewicht wuchsen bei 30, 45 und 60% Holzfeuchtigkeit in Kiefernsplintholz ohne Pilzbefall noch gut und regelmäßig.

Vor der Verpuppung hören die Larven 6...8 Wochen bei 28° bzw. 8...10 Wochen bei 20° vor Beginn des Vorpuppenstadiums mit dem Fressen mehr oder weniger auf und nehmen von da an bis zur Verpuppung langsam an Gewicht ab.

IV. Untersuchungen über die Larvenernährung

1. Der Nahrungswert verschiedener Stammzonen und die Verwertbarkeit der Zellulose

Das Holz ist nicht nur ein anatomisch sehr ungleichmäßiger Körper, sondern auch chemisch in seinen einzelnen Teilen recht verschieden zusammengesetzt. Dies gilt insbesondere für die Richtung vom Stamminnern zur Rinde hin. Auch die tierischen Schädlinge verhalten sich den einzelnen Stammzonen gegenüber verschieden. Das Kernholz der Koniferen wird von den meisten Holzschädlingen gemieden, die Außenbereiche werden bevorzugt oder von gewissen Arten ausschließlich gefressen. Manche Tiere ernähren sich wiederum nur von der Rinden- und Bastschicht. Für die Hausbockkäferlarven konnte K. Schuch ein sehr deutlich ausgeprägtes Nahrungsgefälle von der Rinde zum Kern hin nachweisen und für die Larven von *Anobium punctatum* De Geer liegen nach eigenen Untersuchungen (G. Becker 1942) entsprechende Verhältnisse vor.

Die Ergebnisse der mit Mulmbockkäfer-Eilarven und etwas größeren *Ergates*-Larven angestellten Versuche über den Nahrungswert verschiedener Kiefernholzzonen sind in Tabelle 5 zusammengestellt. Auch für diese Larven haben demnach die einzelnen Stammzonen einen unterschiedlichen, von der Rinde zum Kern hin abnehmenden Nahrungswert. Im allgemeinen ist die Entwicklungsgeschwindigkeit der Larven in den inneren Splintholzbereichen nur halb so groß wie in den äußeren, im Kernholz betrug sie nur ein Drittel. Bemerkenswert ist, daß nur bei einem Teil der Versuchsreihen das Larvenwachstum im äußersten baumkantigen Holz am raschesten war, bei dem anderen dagegen in einer etwas weiter zum Stamminnern hin gelegenen Zone. Unterschiede in der Beschaffenheit der einzelnen Holzproben können der Grund für diese Erscheinung sein.

Die festgestellten Unterschiede in der Wachstumsgeschwindigkeit sind — wenigstens bei den vorliegenden Holzproben — geringer als im Falle

Tabelle 5

Wachstum von *Ergates*-Eilarven in Kiefernholz aus verschiedenen Stammbereichen einzelner Bäume

Holzzone	Temperatur °	Relative Luftfeuchtigkeit %	Versuchsdauer Tage	Zahl der Tiere bei Versuchsende	Endgewicht der Larven in mg			Endgewicht in äußerster Zone = 100
					kleinstes	größtes	Durchschnitt	
Äußerster Splint mit „Baumkante"	20	93...95	279...282	2	24,5[1]	31,2[1]	**27,9**[2]	100
Äußerer Splint	20	93...95	279...282	9	2,9	21,9	**12,3**	44
Innerer Splint	20	93...95	279...282	4	5.3	18,7	**11,2**	40
Kernholz	20	93...95	279...282	4	4.2	17.2	**9,1**	33
Äußerster Splint mit „Baumkante"	20	93...95	260...262	6	4,4	15,3	**8,2**	100
Äußerer Splint	20	93...95	260...262	3	4,4	4,9	**4,7**	57
Innerer Splint	20	93..95	260...262	5	3.7	6,0	**4.5**	55
Äußerster Splint mit „Baumkante"	28	93...95	260...262	14	3.7	26,7	**9,6**	100
Äußerer Splint	28	93...95	260...262	10	4.4	22,5	**12,9**	134
Innerer Splint	28	93...95	260...262	6	3.8	14.7	**6,6**	69
Äußerster Splint mit „Baumkante"	20	93...95	279...281	10	4,7	18,2	**9,7**	100
Äußerer Splint	20	93...95	279...281	10	5.6	24,5[1]	**10.1**	104
Innerer Splint	20	93...95	279...281	5	1.5	18,4	**6.2**	64
Äußerster Splint mit „Baumkante"	20	87...90	279...281	5	4,3	7,4	**6.3**	100
Äußerer Splint	20	87...90	279...281	4	2,9	10,4	**5.9**	94
Innerer Splint	20	87...90	279...281	3	3.2	4.2	**3.7**	59

der Hausbockkäferlarven. Die Larven werden jedoch, wie man aus den Ergebnissen schließen kann, ebenfalls, wenn auch weniger als die *Hylotrupes*-Larven, von unterschiedlich im Holz verteilten Stoffen beeinflußt.

Die Zellulose des Holzes abzubauen, sind auch die *Ergates*-Larven in der Lage. Wie die *Hylotrupes*-Larven (E. Schlottke und G. Becker 1942), (vgl. auch E. Parkin 1940), besitzen sie nach noch unveröffentlichten Untersuchungen von E. Schlottke Zellulase und Lichenase. Über die Bedeutung der übrigen Nahrungsbestandteile sollen die folgenden Untersuchungen etwas aussagen. Daß sie nicht unbedingt notwendig für eine Entwicklung — zumindest für gewisse Zeit — sind, zeigte ein Versuch mit einem hochgradig gereinigten Zellstoff von nur 0,2% Ligningehalt. In diesem von sonstigen Bestandteilen des Holzes praktisch freien Stoff, der zu festen Pappen geformt worden war, vermochten *Ergates*-Eilarven bei 20° und 93...95% relativer Luftfeuchtigkeit (also ungünstigen

[1]) Wahrscheinlich Fraß anderer Tiere.

[2]) Die meisten Tiere tot.

Bedingungen) in 294 Tagen bis zu 9 mg (im Durchschnitt auf 7 mg) heranzuwachsen. Die *Ergates*-Larven sind also auffallenderweise — übrigens ebenso wie die Larven von *Leptura rubra* L. — imstande, wenigstens zeitweilig ihren Nahrungsbedarf allein aus der Zellulose zu decken, während die *Hylotrupes*-Larven auch in etwas größerem Zustand bei einer solchen Nahrung verhungern.

2. Versuche mit Holzextraktionen und Zusätzen zum Holz

Bei Durchführung dieser Versuche wurde mit sehr gleichmäßig ausgewählten, in Stammrichtung aufeinanderfolgenden Holzklötzchen und unter Verwendung von Unterdruck (bei wäßrigen Lösungen 20 Min. bei

Tabelle 6

Wachstum von *Ergates*-Eilarven in Kiefernsplintholz mit verschiedener Behandlung bei 93...95% relativer Luftfeuchtigkeit (und 28° bzw. 20°)

Art der Holzbehandlung	Temperatur °	Versuchsdauer Tage	Zahl der Tiere bei Versuchsende	Endgewicht der Larven: kleinstes mg	größtes mg	Durchschnitt mg	Durchschnitt Kontrolle = 100
Kontrolle	28	80	7	5,3	15,2	**8,2**	100[3]) (**100**)
Erhitzung auf 105° . . (3 Stunden)	28	80	7	6,6	10,8	**8,5**	104 (**92**)
Kochung mit aqua dest..	28	80	7	4,2	10,0	**6,6**	80 (**76**)
Alkohol-Extraktion . .	28	80	8	5,4	13,0	**8,1**	99 (**79**)
Aceton-Extraktion . . .	28	80	5	5,7	18,6[1])	**12,3**	150 (**114**)
Äther-Extraktion . . .	28	80	8	4,7	12,0	**8,2**	100 (**94**)
Chloroform-Extraktion .	28	80	5	5,9	18,4[1])	**10,7**	131 (**100**)
Benzol-Extraktion . . .	28	80	8	5,8	8,2	**6,7**	82 (**99**)
Kontrolle	20	280...282	10	3,6	19,3	**9,0**	100
Erhitzung auf 105° . . (3 Stunden)	20	280...282	7	3,7	14,4	**7,2**	80
Dämpfung	20	280...282	6	4,1	18,8	**7,0**	78
Kochung mit aqua dest.	20	280...282	6	3,5	12,6	**6,4**	71
Wässerung mit kaltem aqua dest. (30 Tage) .	20	280...282	4	2,5	17,4	**7,6**	84
Behandlung mit verdünnter Schwefelsäure . .	20	280...282	5[2])	1,2	6,7	**3,6**	40
Alkohol-Extraktion . .	20	280...282	7	3,2	11,2	**5,0**	56
Aceton-Extraktion . . .	20	280...282	4	4,1	11,4	**6,2**	69
Äther-Extraktion . . .	20	280...282	3[2])	4,6	11,5	**6,9**	77
Chloroform-Extraktion .	20	280...282	7	4,1	11,2	**7,0**	78
Benzol-Extraktion . . .	20	280...282	3[2])	6,9	19,6[1])	**13,0**	144

[1]) Wahrscheinlich Fraß anderer Tiere.
[2]) Die meisten Tiere tot.
[3]) Eingeklammerte Zahlen unter Berücksichtigung der zweiten Versuchsreihe (Mittelwert)

160...110 Torr [mm Quecksilbersäule], bei organischen Lösungsmitteln 20 Min. bei 210...160 Torr, wonach in beiden Fällen die Klötzchen anschließend 90 Min. lang bei normalem Luftdruck in der Lösung untergetaucht liegen blieben), gearbeitet. Es wurde dabei in Anlehnung an die ähnlich mit Hausbockkäferlarven durchgeführten Versuche vorgegangen (G. Becker 1942), deren Ergebnisse im folgenden oft zum Vergleich herangezogen werden sollen.

Die in Tabelle 6 zusammengestellten Ergebnisse, (bei denen zweckmäßigerweise vor allem die in Klammern gesetzten Mittelwerte in der letzten Spalte berücksichtigt werden), zeigen, daß Extraktion des Splintholzes mit fett- und harzlösenden Stoffen keine Veränderung der Entwicklungsgeschwindigkeit zur Folge hat (ein Mittelwert aus allen auf „Kontrolle = 100“ bezogenen Werten von Aceton-, Äther-, Chloroform- und Benzolextraktion ergibt 101!). Öle und Fette dürften demnach ebenso wie für die Hausbockkäferlarven nicht lebensnotwendig sein. Andererseits aber scheinen sie nicht den hemmenden Einfluß auf die Larvenentwicklung auszuüben wie beim Hausbockkäfer, dessen Larven sich nach Fett-Harz-Extraktion schneller, nach Öl- oder Fettzusatz viel langsamer entwickeln als im unbehandelten Kontrollholz. Dabei ist wahrscheinlich die unterschiedliche Giftempfindlichkeit beider Arten (B. Schulze und G. Becker 1941) von Bedeutung. — Wie die Hausbockkäferlarven (E. Schlottke und G. Becker 1942), so besitzen auch die Mulmbockkäferlarven (nach mündlicher Mitteilung von E. Schlottke) eine sehr kräftige Lipase im Vorderdarm. Ihre Aufgabe ist nicht ohne weiteres ersichtlich.

Behandlung mit heißem oder kaltem Wasser, mit Alkohol oder Dämpfung setzten im Durchschnitt den Nahrungswert des Holzes für die Larven etwas, Behandlung mit 1 % Schwefelsäure stärker herab. In diesen Fällen wird also der Gehalt des Holzes an Stoffen verändert, die einen fördernden Einfluß auf die Larvenentwicklung besitzen. Dabei kann es sich um leichter lösliche Kohlehydrate und um Eiweißstoffe handeln.

Als Zusatz zu Kiefernsplintholz wurden die Hexosen Glukose und Galaktose und die Pentosen Xylose und Arabinose geprüft (Tabelle 7). Glukose und Arabinose ergaben eine mit steigender Konzentration erhöhte, Galaktose und Xylose eine verminderte Wachstumsgeschwindigkeit der Larven. Der Einfluß der vier Zucker auf Hausbockkäferlarven war ganz entsprechend unterschiedlich (G. Becker 1942), jedoch bewirkten bei ihnen auch die förderlichen Kohlehydrate nur in bestimmten Fällen eine Wachstumsbeschleunigung, da für diese Holzzerstörer, wie gezeigt werden konnte, die Kohlehydrate gegenüber den Eiweißstoffen im Überfluß vorhanden sind, der Bedarf an ihnen bereits durch die Zellulosewirkung gedeckt wird und ein erhöhter Kohlehydratspiegel sich ungünstig auswirkt.

Zur Prüfung des Proteineinflusses wurde „Pepton ‚Witte‘ pro bacteriol.“ und in einigen Stichproben „Diastase“ angewendet, die sich gegenüber *Hylotrupes*-Larven als günstige Eiweißnahrung erwiesen hatten.

Tabelle 7

Wachstum von *Ergates*-Eilarven in Kiefernsplintholz innerer Lage mit und ohne Zusatz von Kohlehydraten bei 28° (bzw. 20°) und 93...95% relativer Luftfeuchtigkeit in 133 Tagen

Zusatzstoff	%-Gehalt der Tränklösung	Stoffgehalt in % des Holzgewichtes	Zahl der Tiere bei Versuchsende	Endgewicht der Larven: kleinstes mg	größtes mg	Durchschnitt mg	Durchschnitt Kontrolle = 100
Kontrolle [1])	—	—	3	2,8	5,7	**4,1**	100
Glukose [1])	0,2	0,3	4	4,0	6,1	**5,1**	124
	0.5	0,6	3	5,7	6,8	**6,1**	149
Kontrolle	—	—	3	3.6	15,7	**7,8**	100
Glukose	0,2	0,2	3	4,5	13,8	**7,7**	99
	0,5	0,6	2	4,7	18.2	**11,5**	147
Kontrolle	—	—	4	5,4	16,1	**8,9**	100
Galaktose	0.2	0,2	4	6,4	7,7	**7,0**	79
	0.5	0,5	3	6,2	7.0	**6,5**	73
Kontrolle	—	—	3	6.3	15,0	**9,2**	100
Xylose	0,1	0,14	3	7,3	11,9	**10,2**	90
	0,5	0,76	3	6,8	12.2	**9,5**	93
Kontrolle	—	—	4	5,1	9,7	**6,8**	100
Arabinose	—	—	4	5,1	9,7	**6,8**	100
	0,5	0,6	3	7,0	14,7	**8,5**	125

Mit steigendem Gehalt beschleunigte Peptonzusatz die Larvenentwicklung bis zu einem Höhepunkt bei rund 2% Zusatz (bezogen auf das Holzgewicht), wie aus Tabelle 8 und Abb. 10 ersichtlich. Diastasezusatz hatte eine nur unbedeutende Wirkung.

Tabelle 8

Wachstum von *Ergates*-Eilarven in Kiefernsplintholz mit und ohne Zusatz von Pepton bei 28° und 93...95% relativer Luftfeuchtigkeit in 82 Tagen

Zusatzstoff	%-Gehalt der Tränklösung	Stoffgehalt in % des Holzgewichtes	Zahl der Tiere bei Versuchsende	Endgewicht der Larven: kleinstes mg	größtes mg	Durchschnitt mg	Durchschnitt Kontrolle = 100
Kontrolle	—	—	16	5,1	13,2	**7,2**	100
„Pepton ‚Witte' pro bacteriol."	0,5	0,5	9	5,2	10,0	**7,9**	110
	1,0	0,9	8	7,1	11,0	**8,6**	119
	1,5	1.4	10	6,3	13,5	**9,6**	133
	2,0	1,8	10	6,9	15,3	**10,9**	151
	2,5	2.2	7	6,2	12,8	**10,9**	151
	3.0	2,7	8	6.8	11,4	**8,4**	117

[1]) Temperatur: 20°.

Um zu entscheiden, ob zum Beispiel die durch Wässerung entstandene Verschlechterung des Holzes als Larvennahrung auf einen Eiweißentzug zurückzuführen ist, wurde 4 Wochen lang gewässertem Holz etwas mehr Pepton zugesetzt, als das unveränderte Holz an Protein enthalten haben könnte. Das Versuchsergebnis (Tabelle 9, Abb. 11) zeigt, daß die Verringerung des Nahrungswertes infolge der Wässerung nur zum Teil durch den Peptonzusatz ausgeglichen wird, während ein entsprechendes Vorgehen bei Hausbockkäferlarven den Nahrungswert des behandelten Holzes über den des Vergleichsholzes hinaus zu erhöhen pflegt. Es zeigt sich also,

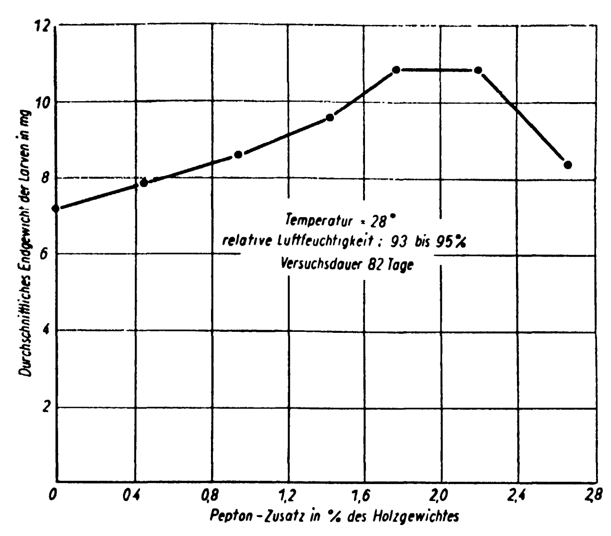


Abb. 10. Wachstumsgeschwindigkeit von Mulmbock-Eilarven in Kiefernsplintholz mit verschieden hohem Zusatz von „Pepton Witte pro bacteriol."

Tabelle 9

Wachstum von *Ergates*-Eilarven in Kiefernsplintholz mit und ohne Wässerung sowie mit und ohne Pepton-Zusatz bei 28° bzw. 24° und 93...95% relativer Luftfeuchtigkeit in 95 Tagen

Holzbehandlung	Temperatur	Zahl der Tiere bei Versuchsende	Endgewicht der Larven: kleinstes mg	größtes mg	Durchschnitt mg	Durchschnitt Kontrolle = 100
Kontrolle (unbehandelt)	28°	4	4,8	7,3	**5,9**	100
Zusatz einer 0,5prozent. Pepton-(Witte)-Lösung	28°	4	4,2	8,1	**6,7**	114
Wässerung 4 Wochen in kaltem aqua dest.	28°	3	3,4	4,2	**3,7**	63
Wässerung (desgl.) u. Zusatz einer 1prozent. Pepton-Lösung . .	28°	3	3,4	5,2	**4,3**	73
Kontrolle (unbehandelt)	24°	4	4,4	7,0	**5,8**	100
Zusatz einer 0,5prozent. Pepton-(Witte)-Lösung	24°	5	3,2	8,0	**6.0**	104
Wässerung 4 Wochen in kaltem aqua dest.	24°	4	3,8	4,2	**4,0**	69
Wässerung (desgl.) u. Zusatz einer 1prozent. Pepton-Lösung . .	24°	5	3,7	6,1	**4,9**	84

daß Verminderung und Erhöhung des Eiweißgehaltes im Holz zwar auch einen Einfluß auf das Wachstum der Mulmbockkäferlarven hat, jedoch in einem viel geringeren Maße als bei Hausbockkäferlarven, die sowohl auf

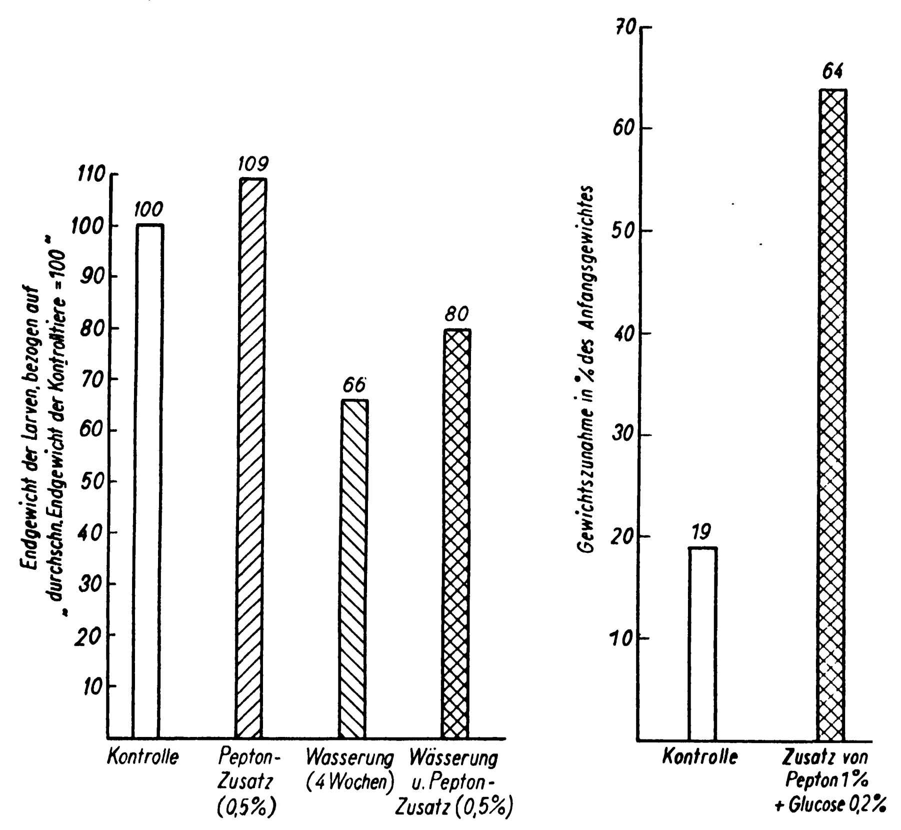


Abb. 11. Einfluß von Wässerung und Peptonzusatz bei Kiefernsplintholz auf die Wachstumsgeschwindigkeit von Mulmbocklarven

Abb. 12. Einfluß eines Zusatzes von Pepton (1 %) + Glukose (0,2 %) auf die Wachstumsgeschwindigkeit

Eiweißentzug, z. B. durch Wässerung oder Schwefelsäurebehandlung, wie auf Proteinzusatz, z. B. in Form von gewissen Aminosäuren, Pepton, Diastase u. a., bedeutend stärker reagieren.

Eine bemerkenswerte Wachstumsbeschleunigung der Larven hatte ein Zusatz von 1 % Pepton („Witte pro bacteriol.“) + 0,2 % Glucose auf junge *Ergates*-Larven. In 70 Tagen nahmen bei 28° und 96 ... 98 % relativer Luftfeuchtigkeit die Kontrolltiere um durchschnittlich 19,1 %, die Larven im behandelten Holz dagegen um 64,3 % ihres Anfangsgewichtes zu (Abb. 12).

Soweit sich aus diesen begrenzten Versuchen allgemeine Schlüsse ziehen lassen, kann festgestellt werden, daß — abgesehen von der Fähigkeit der Tiere, auch in nahezu reiner Zellulose ihr Gewicht zu vergrößern — leichter lösliche Kohlehydrate zusammen mit Proteinen die Entwicklungsgeschwindigkeit der Larven bestimmen und das Nahrungsgefälle im

Stamm durch den verschiedenen Gehalt der einzelnen Bereiche an beiden Stoffgruppen gemeinsam bedingt sein dürfte. Die Entwicklungsbeschleunigung der Larven durch die eine oder die andere Stoffgruppe allein ist nicht sehr groß.

3. Zur Frage der Hefesymbiose

Ein Vergleich mit den Untersuchungsergebnissen an Hausbockkäferlarven hat insbesondere gezeigt, daß der die gesamte Larvenentwicklung bei *Hylotrupes* beherrschende Einfluß des Proteinanteils der Nahrung bei *Ergates* nicht vorliegt und die Ansprüche beider Käferarten an das Kohlehydrat: Eiweiß-Verhältnis in der Nahrung auffallend verschieden sind. Auch die Larven von *Leptura rubra* L. vermögen wie die *Ergates*-Larven in nahezu reinem, jedenfalls eiweißfreiem Zellstoff zu wachsen. Eine Erklärung dieser Erscheinung wurde bereits bei der Beurteilung der *Hylotrupes*-Ergebnisse (Z. vgl. Physiol. 29 [1942] S. 384) in dem Besitz von Symbionten bei *Ergates* und *Leptura*, ihrem Fehlen bei *Hylotrupes* vermutet. Ähnliche Beziehungen zwischen Symbionten und dem Eiweißbedarf der Larven wurden auch bei Anobienarten aufgezeigt (G. Becker. Z. Morph. u. Ökol. d. Tiere 1942). Nachdem inzwischen kürzlich H. Schanderl (1942) zeigen konnte, daß die Hefesymbionten von *Rhagium* in der Lage sind, den Stickstoff der Luft zu Protein zu assimilieren, hat die Annahme einer Beziehung der Symbionten zum Eiweißstoffwechsel, schon 1921 von P. Buchner ausgesprochen, von E. Heitz (1927) erwogen, aber bisher experimentell nie bewiesen und von verschiedener Seite bis vor kurzem abgelehnt, eine versuchsmäßige Unterstützung erfahren. Zu einer Erweiterung über diese beiden Gruppen von Holzschädlingen, nämlich die untersuchten Cerambyciden und Anobiiden, hinaus besteht zunächst noch keine erfahrungsmäßige Unterlage, da die Verhältnisse bei anderen Symbionten besitzenden Arten zum Teil sehr abweichend sind. Doch ist in diesem Zusammenhang auch das Ergebnis von E. Michel an *Lachnus roboris* L. bemerkenswert, das ebenfalls den Eiweißstoffwechsel der Art in Beziehung zu ihren Symbionten bringt.

Als zunächst eine Beteiligung der Symbionten der Holzfresser beim Zelluloseabbau angenommen, dann aber als offenbar nicht bestehend nachgewiesen worden war, zweifelten verschiedene Autoren überhaupt an einem Nutzen der Hefen bzw. Bakterien für ihren Wirt. Nach den Befunden von A. Koch über die Beziehung der *Sitodrepa*-Symbionten zum Vitaminstoffwechsel und den anschließenden Untersuchungen von A. Fröbrich und K. Offhaus auch an anderen, symbiontenlosen Insektenlarven hat nunmehr die Frage nach der Wechselwirkung der Entosymbiose durch den Hinweis auf die sehr wahrscheinlich gemachte Beeinflussung des Eiweißstoffwechsels gewisser holzfressender Larven eine neue Anregung erfahren.

4. Die Bedeutung holzzerstörender Pilze für die Larvenentwicklung

Wie an früherer Stelle gesagt, ist unter natürlichen Verhältnissen in den meisten Fällen ein Mulmbockkäferbefall zeitlich mit dem Auftreten holzzerstörender Pilze verknüpft, und es war daher zu untersuchen, welchen Einfluß diese Saprophyten auf die Larvenentwicklung besitzen, zumal schon von den Hausbockkäferlarven bekannt war, daß sie in pilzbefallenem Holz stärker wachsen als in unbeschädigtem (G. Becker 1938, 1942). Es wurde entweder 1. mit Holzklötzchen gearbeitet, die vorher im Kolleschalenversuch (Abb. 13) eine bestimmte Zeitlang von Reinkulturen holzzerstörender Pilze befallen, bei denen danach die Pilze durch 3stündiges Erhitzen bei 105° im Trockenschrank abgetötet worden waren und deren Gewichtsverlust feststand, oder Kiefernsplintholzklötzchen wurden 2. mitsamt den eingesetzten Larven in Kolleschalen eingebaut und dem Pilzbefall für eine gewisse Dauer ausgesetzt und danach gespalten bzw. 3. bei kürzeren Befallszeiten für den Rest der Versuchsdauer bei 94 ... 97 % relativer Luftfeuchtigkeit aufbewahrt. Auch dabei wurde der Zerstörungsgrad des Holzes durch die Pilze annähernd bestimmt. Alle Versuche mit lebendem Pilzbefall wurden bei 28° ausgeführt, die anderen teils bei 28°, teils bei 20° (vgl. Zahlentafel 10—15).

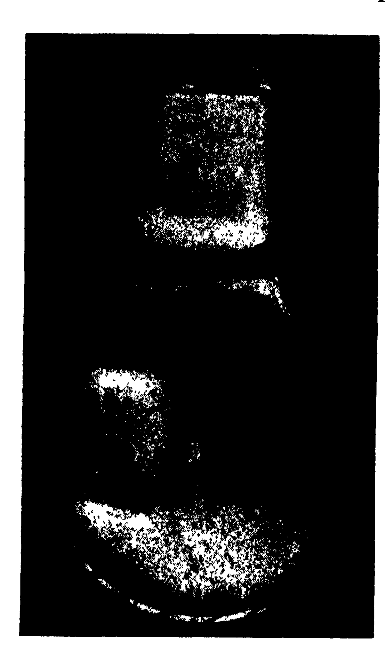


Abb. 13. Kolleschale mit Reinkultur von *Poria vaporaria* und eingebauten Holzklötzchen (Das rechte Klötzchen ist infolge Giftstoffgehaltes nicht vom Pilzmyzel überwachsen.) Aufn.: Staatl. Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem, Fachbereich Holzschutz

Als Versuchspilze wurden 3 bzw. 4 Arten verwendet, die sich nach Untersuchungen von B. Schulze (1942) durch besonders gutes Wachstum und starke Zerstörungen bei 28° auszeichnen. (An den für *Ergates* eigentümlichen Biotopen dürften ja auch vorwiegend wärmeliebende Arten gedeihen.) Es waren dies *Poria vaporaria*, *Poria contigua*, eine weniger bekannte Art mit starkem Wachstum bei höherer Temperatur, *Coniophora cerebella* und in einem Falle *Lenzites trabea*.

Jüngere *Ergates*-Larven von etwa mittlerer Hausbocklarvengröße wurden in Klötzchen gehalten, die 4, 8 und 12 Wochen lang bei 28° in der Kolleschale (Abb. 13) von *Poria vaporaria*, *P. contigua* und *Coniophora cerebella* angegriffen, danach bei 105° getrocknet und auf ihren Gewichtsverlust bestimmt waren. Als Vergleich dienten unveränderte Klötzchen gleicher Beschaffenheit bei einer für die Larven besonders günstigen Holzfeuchtigkeit von rd. 55 ... 65 %. Bei diesen Versuchen zeigte es sich (Tabelle 10, Abb. 14), daß durch den vorhergehenden Pilzbefall eine

Tabelle 10

Gewichtszunahme jüngerer *Ergates*-Larven in Kiefernsplintholz vor und nach Angriff holzzerstörender Pilze (Myzel abgetötet) bei 28° und rd. 55 ... 65 % Holzfeuchtigkeit (Versuchsdauer 70 Tage)

Art des holzzerstörenden Pilzes	Dauer des Pilzangriffes in der Kolleschale bei 28° Tage	Gewichtsabnahme des Holzes infolge Pilzangriffes in % des Anfangsgewichtes	Durchschnittl. Feuchtigkeit des Holzes in % d. Trockengewichtes	Anfangsgewicht der Larven mg	Zahl der Versuchstiere bei Versuchs- Anfang	Ende	Gewichtszunahme der Larven in % des Anfangsgewichtes: kleinste	größte	durchschnittlich: Versuchswert	Kontrolle = 100
Poria vaporaria	28	2,8	54 ... 56	11,2	3	1	—	—	**81.6**	103
	56	7,1 ... 10,4	60 .. 64	5,5 .. 11,9	1	4	76 5	200,0	**118.9**	150
	84	14,6 ... 19,5	60 ... 64	8,8 ... 11,6	2	2	88,6	184,0	**136,3**	172
Poria contigua	28	3,0 ... 4,1	61 ... 65	4,2 ... 10 6	3	3	73.6	100,0	**86,4**	109
	56	9,7 ... 16,9	60 ... 65	6,5 .. 12,1	3	3	76,9	129 1	**105,1**	133
	84	18,9 ... 21,2	60 ... 65	4,5 .. 21,5	6	6	34.7	636,0	**174,2**	220
	84	23,1 ... 33,1	60 .. 66	3,8 .. 35 3	4	3	126,3	250,0	**172,3**	217
Coniophora cerebella	28	5,0 ... 5,3	60 ... 63	5,7 .. 15 8	2	2	43,6	103,5	**73.6**	93
	56	12,9 ... 15,3	61 ... 64	7,6 .. 38,2	2	2	62,6	92,1	**77.4**	98
	84	17,4 .. 22,0	62 .. 67	6,4 .. 6,6	3	2	71,6	156,3	**114.0**	144
Kontrolle	—	—	59 ... 65	7.4 .. 56,1	15	12	34,1	173,3	**9.3**	100

Wachstumsbeschleunigung der Larven stattfindet, und zwar mit der Dauer des Pilzbefalls in zunehmendem Maße. Im Falle von *P. vaporaria* und *C. cerebella* sind die Unterschiede allerdings verhältnismäßig gering und viel weniger ausgeprägt als beispielsweise bei den Larven von *Hylotrupes bajulus* L. (G. Becker 1942) oder auch von *Anobium punctatum* De Geer (G. Becker, a. a. St. 1942). Die Wachstumsförderung durch *P. contigua* ist etwas größer als durch die beiden anderen Pilze. In *P. contigua*-befallenem Holz mit rd. 20 ... 25 % Gewichtsverlust wuchsen die Larven etwa doppelt so rasch wie im unveränderten Vergleichsholz. Bis zu einem gewissen Grade kann der unterschiedliche Zerstörungsgrad des Holzes als Erklärung für das Ergebnis bei den drei Arten angesehen werden.

Für die Versuche mit lebendem Pilzmyzel in den Holzklötzchen erwies es sich als günstig, daß in diesen in der Kolleschale während des Pilzangriffes nach bereits vorher in der Abteilung Werkstoffbiologie (B. Schulze und G. Theden) vorliegenden Erfahrungen eine Feuchtigkeit von durchschnittlich etwa 55 ... 65 % herrscht, die also dem für größere Larven festgestellten Holzfeuchtigkeitsoptimum weitgehend entspricht.

Die Larven wurden unmittelbar vor dem Einbau in die Kolleschalen eingesetzt. Die Einwirkung der Pilze auf sie trat also erst nach deren Eindringen in das Holz nach etwa 2wöchiger Versuchsdauer ein und wurde mit deren zunehmender Zerstörungstätigkeit im Laufe der Versuchszeit entsprechend größer. Um das weitere Wachstum der Pilze von

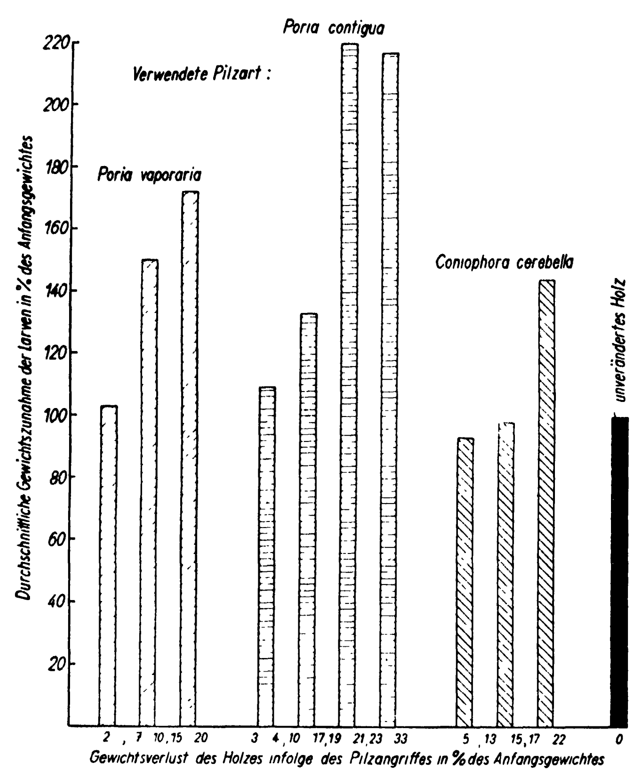


Abb. 14. Einfluß holzzerstörender Pilze nach Hitze-Abtötung des Myzels auf die Wachstumsgeschwindigkeit von Mulmbocklarven (bezogen auf „Durchschnittswert für unverändertes Holz bei 55 ... 65 % Holzfeuchtigkeit" = 100)

einem bestimmten Zeitpunkt an möglichst einzuschränken, ohne sie abzutöten, andererseits den Larven noch ein gewisses Wachstum zu ermöglichen, erfolgte die Lagerung der befallenen, den Kolleschalen entnommenen Klötzchen bei 94 ... 97 % relativer Luftfeuchtigkeit. (Dabei wurden bezüglich des Verhaltens der Pilze bei dieser Feuchtigkeit die von G. Theden 1941 gewonnenen Erfahrungen zugrunde gelegt.) Die Feuchtigkeit in den Klötzchen sinkt dann allmählich. Zum Vergleich wurde unbehandeltes Holz mit Larven bei 94 ... 97 % relativer Luftfeuchtigkeit und bei rd. 55 bis 65 % Holzfeuchtigkeit gehalten.

Das Ergebnis (Tabellen 11 und 12, Abb. 15) zeigt wiederum eine mit der Dauer des Aufenthaltes in der Kolleschale zunehmende Wachstumsbeschleunigung der Larven. Dabei ist natürlich zu berücksichtigen, daß die günstigste Feuchtigkeit für die Tiere nur in der Kolleschale herrscht und mit der Entnahme der Klötzchen und Aufbewahrung bei 94 ... 97 % relativer Luftfeuchtigkeit ungünstiger wird. Aus diesem Grunde sind auch die mit lebendem und totem Myzel erhaltenen Werte nur mit großen Einschränkungen und eigentlich allein im Falle des dauernden Aufenthalts der Klötzchen mit lebendem Myzel in der Kolleschale vergleichbar. Hier aber ist wiederum zu berücksichtigen, daß der Zerstörungsgrad einmal beim abgetöteten Myzel während der ganzen Versuchszeit gleich ist, andermal aber sich erst im Laufe dieser Zeit allmählich entwickelt und im Anfang noch gering ist.

Bei der Beurteilung der Versuchsergebnisse sind fernerhin die natürlichen Abweichungen des Pilzbefalls und Zerstörungsgrades, die versuchs-

Tabelle 11

Gewichtszunahme jüngerer *Ergates*-Larven in Kiefernsplintholz bei gleichzeitigem Befall durch Reinkulturen holzzerstörender Pilze bei 28° (1. und 2. Versuchsreihe)

Art des holzzerstörenden Pilzes	Versuchsdauer in der Kolleschale Tage	Versuchsdauer gesamte Tage	Anfangsgewicht der Larven in mg	Zahl der Versuchstiere bei Versuchs-Anfang	Zahl der Versuchstiere bei Versuchs-Ende	Gewichtszunahme der Larven in % des Anfanggewichtes: kleinste	größte	durchschnittliche: Versuchswert	durchschnittliche: („K = 100“ [1])
Poria vaporaria .	28	70	1,7 ... 6,3	4	3	39,6	52,4	**47,0**	48
	42	70	2,0 ... 9,8	4	4	28,6	100	**67,3**	68
Poria contigua . .	28	70	6,4 .. 6,7	4	4	177	253	**223**	227
	56	70	7,1 ... 7,3	3	3	80,8	647	**291**	296
	70	70	11,9 ... 13,1	4	4	333	1225	**833**	846
Coniophora cerebella	28	70	5,6 ... 5,9	4	4	41,1	75,4	**61,7**	63
	56	70	6,7 ... 9,9	4	4	24,3	47,8	**37,5**	38
	70	70	10,4 ... 15,0	4	4	48,0	259	**152**	154
Kontrolle bei 94 ... 97 % rel. Luftfeuchtigkeit . .	—	70	7,3 ... 15,2	2	2	15,8	21,1	**18,5**	19
Kontrolle bei 56 ... 64 % Holzfeuchtigkeit	—	70	4,8 ... 11,2	8	8	13,2	297,3	**98,4**	100
Poria vaporaria .	135	135	4,8 ... 35,7	8	5	49,4	152	**104**	173
Poria contigua . .	135	135	5,0 ... 40,3	8	1	76,7	148	**215**	357
Coniophora cerebella	135	135	4,2 ... 42,1	8	2	148	410	**160**	266
Lenzites trabea . .	135	135	4,0 ... 40,8	8	5	90,2	184	**182**	302
Kontrolle bei 50 ... 65 % Holzfeuchtigkeit	—	135	5,5 ... 55,1	7	6	26,2	294	**60,2**	100

mäßig bedingte Schwankung der Holzfeuchtigkeit, insbesondere bei den Kontrollklötzchen, die zwangsläufig etwas verschiedene Larvengröße und schließlich die in einigen Fällen sehr geringe Versuchstierzahl zu berücksichtigen.

Wie bei abgetötetem Myzel wird ebenfalls in den Kolleschalenversuchen, wie gesagt, bei allen Pilzen von einer bestimmten Versuchsdauer an die Wachstumsgeschwindigkeit der Larven gegenüber den bei annähernd gleicher Feuchtigkeit gehaltenen Versuchstieren in unverändertem Splintholz deutlich beschleunigt. Nach längerer Einwirkung der Pilze scheint auch für *Ergates* ebenso wie für *Hylotrupes bajulus* und *Anobium punctatum* (G. Becker 1942) eine Verschlechterung der Entwicklungsbedingungen einzutreten.

[1]) K = Kontrolle bei 56—64 % bzw. 50—65 % Holzfeuchtigkeit.

Tabelle 12

Gewichtszunahme (bzw. -Abnahme) jüngerer *Ergates*-Larven in Kiefernsplintholz bei gleichzeitigem Befall durch Reinkulturen holzzerstörender Pilze bei 28° (3. Versuchsreihe)

Art des holzzerstörenden Pilzes	Versuchsdauer		Gewichtsabnahme des Holzes infolge Pilzangriff nach 70 Tagen in % des Anfangsgewichtes (Durchschnitt)	Anfangsgewicht der Larven	Zahl der Versuchstiere bei Versuchs-		Gewichtszunahme der Larven in % des Anfangsgewichtes		
	in der Kolleschale Tage	gesamte Tage		mg	Anfang	Ende	kleinste	größte	durchschnittliche
Poria vaporaria	28	70	8,5	4,8 … 57,8	8	3	— 15,4	— 1,7	— **10,0**
	56	70	13,0	5,6 … 30.8	8	6	— 7,3	+ 19,7	+ **4,6**
	70	70	15,3	6,0 … 38,2	10	5	— 27,4	+ 11.7	— **3,6**
Poria contigua .	28	70	10,6	[illegible],0 … 59,5	8	7	— 39,0	+ 101.0	+ **28.8**
	56	70	21,9	5,6 … 75,2	8	8	+ 11,1	+ 266.1	+ **95,2**
	70	70	25,7	6,1 … 39,6	10	6	+ 25,6	+ 82.4	+ **56,1**
Coniophora cerebella	28	70	8,5	5,4 … 61,1	8	5	— 33,4	+ 42,6	+ **1,3**
	56	70	19,5	5,6 … 75,6	8	5	— 39,1	+ 1,5	— **17,4**
	70	70	23,2	6,4 … 56,5	10	4	— 22,4	+ 9,7	— **4,4**
Kontrolle bei 55 bis 65 % Holzfeuchtigkeit . .	—	70	—	5,7 … 120,6	10	8	— 5,7	+ 22,8	+ **7,8**
Kontrolle bei 94 bis 97 % rel. Luftfeuchtigkeit	—	70	—	5,6 … 98,8	10	6	— 39,4	+ 1,4	— **15,5**

Ganz aus dem Rahmen der Ergebnisse fällt bei diesen Versuchen jedoch *Poria contigua* (Tabelle 11 und 12, Abb. 15 und 16). Während bei *Poria vaporaria* und *Coniophora cerebella* die Tiere bestenfalls etwa doppelt so schnell wuchsen wie die Vergleichstiere, trat bei *Poria contigua* eine durchschnittliche Beschleunigung bis um ungefähr das Achtfache ein. Wie sehr *P. contigua* das Larvenwachstum beeinflußt, zeigen neben den in Tabelle 11 zusammengestellten Werten auch die Versuchsergebnisse der Tabelle 12. Bei dieser Versuchsreihe wuchsen sowohl die Larven in den unbehandelten als auch in den von *P. vaporaria* und *P. cerebella* befallenen Hölzern sehr schlecht, in den von *P. contigua* angegriffenen dagegen allgemein gut. Ein anderer Zerstörungsgrad des Holzes durch *P. contigua* im Gegensatz zu den beiden übrigen Pilzen war dabei nicht entscheidend, wie ein Vergleich der betreffenden Werte zeigt. Bis zu einem gewissen Grade hängt allerdings das unterschiedliche Ergebnis bei *P. contigua* mit der Wachstumsgeschwindigkeit und dem Zerstörungsgrad infolge des Pilzbefalls bei 28° zusammen, wie neben den hier beobachteten Werten bereits die in Tabelle 13 zusammengestellten früheren Ergebnisse von B. Schulze (1942) zeigen. A l l e i n jedoch reicht dies Verhalten der Pilze zur Erklärung der verschiedenen Wirkung auf

Tabelle 13
Gewichtsverlust von Kiefernsplintholz - Klötzchen im Kolleschalenversuch durch verschiedene holzzerstörende Pilze bei 28° in 3 Monaten (nach B. Schulze)

Art des holzzerstörenden Pilzes	Gewichtsverlust in %
Poria vaporaria	rd. 32
Poria contigua	„ 47
Coniophora cerebella	„ 40

die *Ergates*-Larven bestimmt nicht aus, und auch möglicherweise bestehende Unterschiede in der Holzfeuchtigkeit beim Wachstum der einzelnen Pilzarten vermögen nicht derartige Unterschiede hervorzurufen. Es liegt daher nahe, bevor vielleicht einmal eine andere Erklärung gegeben werden kann, eine spezifische Wirkung des lebenden *P. contigua*-Myzels auf die *Ergates*-Larven anzunehmen.

Die wachstumsbeschleunigende Wirkung der holzzerstörenden Pilze kann mechanisch durch die Minderung der Holzfestigkeit oder chemisch durch die Umsetzung gewisser Holzbestandteile oder die Vermehrung des Proteinanteils, die Bildung von Enzymen u. a. seitens der Pilze bedingt sein. Wenn nur die erstere Ursache in Frage käme, wie z. B. Campbell und Bryant (1940) auf Grund chemischer Analysen des Holzes vor und nach Pilzangriff und des Larvenkotes für *Xestobium rufo-*

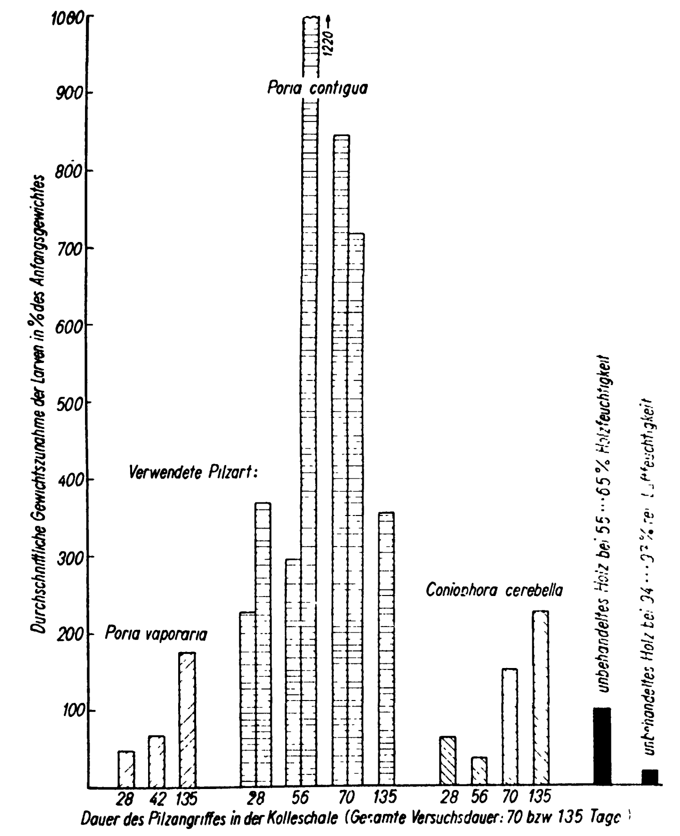


Abb. 15. Einfluß holzzerstörender Pilze bei lebendem Myzel auf die Wachstumsgeschwindigkeit von Mulmbocklarven (bezogen auf „Durchschnittswert für unverändertes Holz bei 55 ... 5 % Holzfeuchtigkeit" = 100)

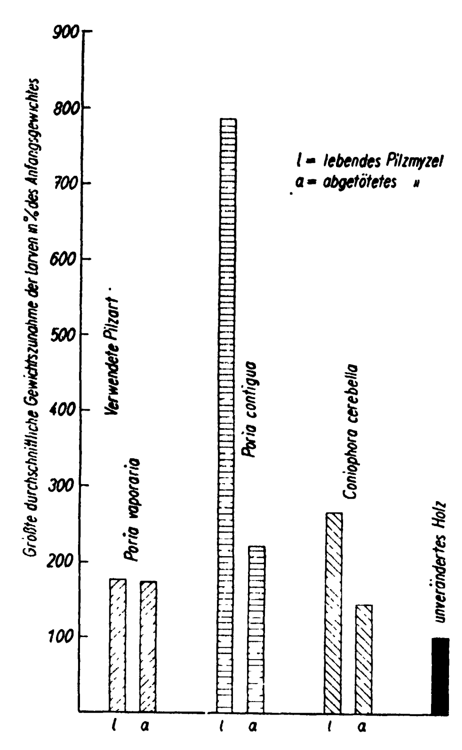


Abb. 16. Vergleich der höchsten Durchschnittswerte der Wachstumsgeschwindigkeit von Mulmbockларven in pilzbefallenem Holz ohne und nach Abtötung des Pilzmyzels (bezogen auf „Durchschnittswert für unverändertes Holz bei 55 ... 65 % Holzfeuchtigkeit" = 100)

villosum-Larven geschlossen haben, so dürfte es keinen wesentlichen Unterschied ausmachen, ob das Pilzmyzel noch lebt oder abgestorben ist. Ein Vergleich der Bestwerte in beiden Fällen (Abb. 16), der aus den weiter oben genannten Gründen mit Vorsicht anzustellen ist, zeigt, daß bei *P. vaporaria* und *C. cerebella* eine chemische Wirkung der Pilze auf Grund der beobachteten Wachstumsgeschwindigkeit nicht notwendig angenommen zu werden braucht. Bei *P. contigua* jedoch ist der Unterschied so groß, daß sich die Annahme einer besonderen chemisch bedingten Wirkung, die bei Erhitzung auf 105° weitgehend verloren geht, aufzuzwingen scheint. In Ermangelung weiterer versuchsmäßiger Unterlagen sollen Erklärungsmöglichkeiten nicht erörtert werden. Es wäre jedenfalls lohnend — wenn wieder einmal Zeit für derartige Fragestellungen ist —, den vorliegenden Befunden über das Verhältnis der *Ergates*-Larven zu *P. contigua* und anderen Pilzen weiter nachzugehen.

Versuche mit *Ergates*-Eilarven an *P. vaporaria*-befallenem Kiefernsplintholz nach Abtötung des Pilzmyzels (bei 105°) ergaben keinen merklichen Einfluß des Pilzbefalls bzw. des Zerstörungsgrades des Holzes auf deren Wachstumsgeschwindigkeit (Tabelle 14). Setzt man die durchschnittliche Gewichtszunahme der Larven (in Prozent des Anfangsgewichtes) bei den unbehandelten Klötzchen = 100, so ist der Durchschnittswert aller Larven in den pilzbefallenen Hölzern = 105.

Die Eilarvenversuche mit lebendem holzzerstörendem Pilz ergaben nach 2, 6 und 10 Wochen langem Befall der mit Larven versehenen Klötzchen durch *P. vaporaria* in der Kolleschale und anschließender Lagerung der lebendes Myzel enthaltenden Klötzchen bei 94 ... 97 % relativer Luftfeuchtigkeit (28°) für insgesamt 80 Tage zwar ein mit der Dauer des Pilzangriffes in der Kolleschale zunehmendes Endgewicht der Tiere (Tabelle 15), jedoch zeigt ein Vergleich mit den Kontrolltieren (wobei leider infolge eines Mißgeschicks nur ein Längenvergleich möglich ist), daß die Wachstumsbeschleunigung allein durch die jeweils insgesamt vor-

Tabelle 14

Wachstum von *Ergates*-Eilarven in Kiefernsplintholz vor und nach Angriff holzzerstörender Pilze bei 28° und 94...97% rel. Luftfeuchtigkeit (Versuchsdauer 260...262 Tage)

Art des holzzerstörenden Pilzes	Dauer des Pilzangriffes in der Kolleschale	Zahl der Tiere bei Versuchsende	Endgewicht der Larven: kleinstes mg	größtes mg	Durchschnitt mg	Kontrolle = 100
Kontrolle 94...97% relativer Luftfeuchtigkeit	—	9	3,8	15,9	**8,9**	100
Poria vaporaria Pilz durch Hitze abgetötet, kein Fortschreiten des Pilzangriffes während des Tierversuches	4 Wochen	5	6,9	12,9	**10,8**	121
	6 "	10	3,6	19,7	**9,8**	110
	8 "	5	3,0	14,3	**6,6**	74
	11 "	3	5,6	13,4	**10,0**	112
	Summe aller Pilzversuche	23	3,0	19,7	**9,3**	105

Tabelle 15

Wachstum von *Ergates*-Eilarven in Kiefernsplintholz vor und nach Angriff holzzerstörender Pilze bei 28° und verschiedener Feuchtigkeit (Versuchsdauer 80 Tage)

Art des holzzerstörenden Pilzes bzw. Holzfeuchtigkeit	Dauer des Pilzangriffes in der Kolleschale	Zahl der Tiere bei Versuchsende	Endgewicht der Larven: kleinstes mg	größtes mg	Durchschnitt mg	Kontrolle = 100	Durchschnittl. Länge der Larven mm
Poria vaporaria Pilz lebend, Pilzangriff während des Tierversuches	2 Wochen	13	2,0	11,8	**5,5**	97	**6,3**
	6 "	12	4,1	10,0	**7,1**	125	**7,0**
	10 "	8	5,8	17,5	**10,5**	184	**8,1**
Kontrolle ∼ 25% Holzfeuchtigkeit	—	12	3,4	7,4	**5,7**	100	**6,5**
Kontrolle ∼ 35% Holzfeuchtigkeit	—	18	—	—	—[1]	—	**8,6**
Kontrolle ∼ 45% Holzfeuchtigkeit	—	19	—	—	—[1]	—	**8,3**

liegende Feuchtigkeit der Hölzer erklärbar erscheint. Leider war aus Mangel an Versuchstieren später eine Wiederholung mit *P. contigua* nicht mehr möglich.

Anscheinend werden also die jüngsten Mulmbocklarven in ihrem Wachstum durch holzzerstörende Pilze kaum beeinflußt, während doch

[1]) Die Larven wurden durch versehentliches Sterilisieren der Klötzchen abgetötet.

ältere Larven von deren Vorhandensein durchaus abhängig sind. Ihre wachstumsfördernde Wirkung nimmt offenbar mit dem Alter bzw. der Größe der Tiere zu. Bei großen Tieren über 1 g Körpergewicht, die in unverändertem Splintholz auch bei günstiger Holzfeuchtigkeit nur sehr langsam wachsen (vgl. oben), scheint ihr Vorhandensein neben hinreichender Feuchtigkeit des Holzes geradezu die Voraussetzung für ihre weitere Entwicklung zu sein.

Ökologisch ist ein solches Verhalten ohne weiteres verständlich. Denn die ersten Eiablagen der Mulmbockkäfer erfolgen meist schon zu einem Zeitpunkt, in dem die Stubben oder sonstigen Hölzer noch ganz oder weitgehend frei von Pilzen sind. Mit dem Heranwachsen der Larven aber nimmt auch die Pilzentwicklung, die durch die Larvengänge wahrscheinlich ihrerseits gefördert wird, ständig zu. Nähern sich die ersten Larven der Verpuppungsreife, so hat der Abbau des Holzes durch die Saprophyten im allgemeinen seinen Höhepunkt erreicht oder bereits überschritten, die Hölzer sind bis auf eine dünne Außenschicht „vermorscht".

So zeigt sich im Falle der *Ergates*-Larven eine starke Bindung nicht nur an hohe Feuchtigkeit des Holzes, sondern auch an die — ihrerseits an derartige Feuchtigkeit gebundenen — holzzerstörenden Pilze.

V. Parasiten und Feinde der Larven, Puppen und Käfer

Über Parasiten und Feinde des Mulmbockkäfers ist entsprechend der verhältnismäßig geringen Beachtung des Tieres recht wenig bekannt. K. FRIEDERICHS (1919, 1920) hat beobachtet, daß der Insektenpilz *Metarrhizium anisopliae* (METSCH.) auf St. Marguerite (Südfrankreich) häufig *Ergates*-Larven zum Absterben bringt. Insektenpilze konnten auch in den von uns untersuchten Stubben wiederholt als *Ergates*-Parasiten festgestellt werden (eine Artbestimmung erfolgte nicht), und auch im Laboratorium gingen daran Larven oder Puppen ein. Voraussetzung für die Wirksamkeit dieser Pilzfeinde scheint hohe Feuchtigkeit zu sein, wie sie im Lebensraum der *Ergates*-Larven ja nicht selten ist. Eine gleichzeitige, wenn auch sehr geringfügige Verletzung der Tiere fördert offenbar die Wirkungsmöglichkeit der Pilze.

Unter den Insekten ist bisher nur *Xylonomus filiformis* GRAV. als Mulmbockparasit bekannt geworden. (Nach KALTENBACH 1874, von R. KLEINE 1909 wahrscheinlich nur übernommen.) In den hauptsächlich von *Ergates faber* L., daneben von *Chalcophora Mariana* L., *Spondylis buprestoides* L., *Criocephalus rusticus* L. und Elateriden bewohnten Stubben fanden wir sehr zahlreiche Larven und Puppenhäute von Assilidenarten. Wenn auch diese Larven bisher unmittelbar nur an ausgesaugten *Chalcophora*-Larven und -Puppen gefunden wurden, so ist doch anzunehmen, daß sie auch den *Ergates*-Larven nachhstellen (von denen ebenfalls eingetrocknete Reste zu finden waren), und für ihren Massenwechsel von gewisser Bedeutung sind.

Gefährlicher als die Parasiten scheinen die übrigen Feinde der Art zu sein. Bereits J. M. Bechstein (1829) bezeichnet Spechte als „vorzügliche Feinde für die Larven“. Natürlich sind diesen nur die in den oberirdischen Holzteilen befindlichen Larven und insbesondere die Puppen und jungen Käfer zugänglich.

Nach H. Haupt (1909) und den mehrjährigen eigenen Beobachtungen sind Füchse und Dachse gefährliche Feinde der Larven und insbesondere der Puppen und Käfer. Auf den mit *Ergates* besetzten Lichtungen waren fast alle stärker verrotteten Stubben stark angekratzt und zerwühlt, die Puppenwiegen freigelegt, und in dem an den Stubben abgesetzten Fuchskot wurden Chitinteile von Mulmbockkäfern in großer Menge gefunden. Die Gefährdung der Art durch die Feinde unter den Wirbeltieren ist wegen der eigenen Körpergröße der Käfer besonders stark.

Zu einer Ausmerzung der Art kann es nach unseren Beobachtungen durch ihre natürlichen Feinde kaum kommen, wenn sie auch einer Massenvermehrung sehr entgegenwirken. Wo der schöne Käfer selten wird oder verschwindet, dürfte dies fast nur an einem Mangel geeigneter Nahrungsquellen liegen.

VI. Nachtrag zum 1. Teil

(Temperaturabhängigkeit und Dauer der Puppenruhe)

Nach Abschluß des 1. Teils der Arbeit, den durch mehr Beobachtungen zu erweitern bereits längere Zeit vor Beendigung der in ihrer Durchführung oft und lange unterbrochenen Versuche für den 2. Teil keine Aussicht mehr zu bestehen schien, konnten einige weitere Ergebnisse über die Dauer und die Temperaturabhängigkeit des Puppenstadiums ge-

Tabelle 16

Dauer der Puppenruhe des Mulmbockkäfers bei 20° und 28°, letztes Larvengewicht und Käfergröße

Temperatur °	Letztes Larvengewicht g	Dauer der „Vorpuppenzeit“ Tage	Dauer der Puppenruhe Tage	Geschlecht der Käfer	Größe der Käfer mm
20	> 8.5	?	25—26	♂	47
20	7,54	?	25	♀	44
20	4,58	17	26	♀	—
20	4,31	13	24	♀	—
20	4,29	13	25	♀	—
20	3,60	> 7	27	♀	37
20	1,03	11	26	♂	23
28	8,76	9	12	♂	46
28	8,73	7	14	♀	45
28	6,94	?	13	♂	41
28	4,70	7	14	♂	39

wonnen werden, die — im 1. Teil nicht mehr anfügbar — eines Nachtrags wert sind. In der Gefangenschaft verpuppte Larven, deren Weiterentwicklung durch das Glas der Zuchtgefäße ohne Störung beobachtet werden konnte, hatten eine Puppenruhe von der in Tabelle 16 zusammengestellten Zeitdauer.

Danach dauerte die Puppenruhe bei 20° im Durchschnitt rd. 25 bis 26 Tage, bei 28° im Durchschnitt 13 Tage. Die „Vorpuppenzeit" beträgt bei 20° mindestens 13, bei 28° mindestens 7 Tage.

Eine dauernde Temperatur von 28° erschien seinerzeit für die aus dem Freiland beschafften Puppen schädlich. Wiederholt traten anscheinend Disharmonien bei den Umbildungsvorgängen ein, die dann auch zu Mißbildungen führten oder ein richtiges Schlüpfen der Käfer unmöglich machten. Nur in den letzten Tagen vor dem Schlüpfen konnten auch die aus dem Freiland gebrachten Puppen dauernd bei 28° gehalten werden, wenn die Luftfeuchtigkeit mäßig war. Bei den obengenannten, bereits auch im Larvenstadium dauernd bei 28° gehaltenen Tieren erfolgte Entwicklung und Schlüpfen der Käfer in allen Fällen ohne eine feststellbare Beeinträchtigung.

VII. Zusammenfassung der Ergebnisse

1. Gestalt und Färbung, Verhalten und Lebensweise, Fraßbild und Kot der Mulmbocklarven werden beschrieben und gegebenenfalls abgebildet. Angaben über ihre wirtschaftliche Bedeutung als Holzschädling enthält der 1. Teil der Arbeit.

2. Die Larvenentwicklung verläuft bei 30...31° am raschesten. Ein recht weiter Bereich von etwa 24...32° ist für die Entwicklung günstig. Die untere Grenze liegt etwas höher als für Hausbocklarven, die obere Grenze ungefähr bei 37°. Wechselnde Temperatur ergab eine geringere Larvensterblichkeit als gleichbleibende. *Ergates* gehört nach der für die Entwicklung günstigsten Wärme und der Vorzugstemperatur zu den wärmeliebendsten deutschen Insekten.

3. Das Feuchtigkeitsbedürfnis der Larven ist außerordentlich groß. Für Eilarven liegt die untere Entwicklungsgrenze bei ungefähr 75—80 % relativer Luftfeuchtigkeit (~ 14 % Holzfeuchtigkeit). Mit steigender Feuchtigkeit nimmt ihre Wachstumsgeschwindigkeit zu, ihre Sterblichkeit ab. Mit zunehmendem Alter sind die für ein Wachstum erforderlichen Feuchtigkeitsansprüche höher. Etwas ältere Larven haben eine untere Entwicklungsgrenze bei ungefähr 90 % relativer Luft- und ungefähr 20 % Holzfeuchtigkeit, noch größere Tiere bei 25 ... 30 % Holzfeuchtigkeit. Die für das Wachstum größerer Larven günstigste Bedingung liegt bei ungefähr 60 % Holzfeuchtigkeit; noch in sehr nassem Holz von 100 % Wassergehalt ist eine gewisse Entwicklung, wenn auch bei zunehmender Sterblichkeit, möglich.

4. Die Entwicklungsgeschwindigkeit der auf Nadelholz beschränkten *Ergates*-Larven hängt von ungleichmäßig im Stamminnern verteilten Stoffen ab. Doch ist das Nahrungsgefälle im Stamm für sie geringer als für die Hausbocklarven. Die zum Abbau der Zellulose fähigen Larven

können — wenigstens zeitweilig — bei ausschließlicher Zellulosenahrung etwas an Gewicht zunehmen.

5. Versuche mit Holzextraktionen und Zusätzen ergaben, daß Fette und Öle ohne Einfluß auf die Entwicklung sind, dagegen der Gehalt an Eiweißstoffen und leicht löslichen Kohlehydraten gemeinsam das Nahrungsgefälle im Stamm bedingen und das Larvenwachstum fördern. Glukose und Arabinose beschleunigten, Galaktose und Xylose hemmten als Zusatz die Larvenentwicklung. Eiweißzusatz allein wirkt in geringerem Maße begünstigend als auf Hausbocklarven.

6. Auf Grund vergleichender Untersuchungen wird auf eine Beteiligung der Hefesymbionten am Eiweißstoffwechsel holzfressender Käfer geschlossen.

7. Holzzerstörende Pilze, mit denen die *Ergates*-Larven stets vergesellschaftet auftreten, üben auf die jüngsten Larven anscheinend keine deutlich begünstigende Wirkung aus. Das Wachstum größerer Larven jedoch wird durch sie wesentlich gefördert. Die Anwesenheit holzzerstörender Pilze ist eine Voraussetzung ihrer im Verhältnis zur Größe raschen Entwicklung im natürlichen Biotop. Die einzelnen Pilzarten haben einen sehr verschiedenen Einfluß auf die *Ergates*-Larven. *Poria contigua* beschleunigt das Larvenwachstum in lebendem Zustand bedeutend stärker als nach Abtötung (im Trockenschrank bei 105°).

8. Für den Massenwechsel der Art sind Pilzkrankheiten und Nachstellungen durch Spechte, Füchse und Dachse von größerer, dagegen Parasiten, unter denen bisher nur *Xylonomus filiformis* Grav. und Assilidenarten bekannt geworden sind, von wahrscheinlich geringerer Bedeutung.

9. Über Temperaturabhängigkeit und Dauer der Puppenruhe werden in Ergänzung zum 1. Teil der Arbeit weitere Werte mitgeteilt.

Schrifttum

(Im wesentlichen zum 2. Teil der Arbeit. Das übrige Schrifttum ist im 1. Teil enthalten)

Becker, G., Zur Ernährungsphysiologie der Hausbockkäferlarven. Naturwiss. **26**. 462, 463 (1938).

— — Untersuchungen über die Ernährungsphysiologie der Hausbockkäfer-Larven. Z. vergl. Physiol. **29**, 315—388 (1942).

— — Beobachtungen und experimentelle Untersuchungen zur Kenntnis des Mulmbockkäfers (*Ergates faber* L.). Z. angew. Entomol. **29**, H. 1, 1—30 (1942).

— — Ökologische und physiologische Untersuchungen über die holzzerstörenden Larven von *Anobium punctatum* De Geer. Z. Morphol. u. Ökol. d. Tiere **39**, 98—152 (1942).

— — Zur Ökologie und Physiologie holzzerstörender Käfer. Z. angew. Entomol. **30**, H. 1, 104—118 (1943).

— — Neuere Forschungsergebnisse über holzzerstörende Insekten. Mitt. d. D. Ges. f. Holzforschung. (Im Druck.)

Beeson, C. and Bhatia, B., On the biology of the Cerambycidae (*Coleopt.*). Indian Forest Res. (N. S.) **5**, No. 1, 1—235 (1939).

Buchner, P., Tier und Pflanze in intrazellularer Symbiose. Berlin 1921.

CAMPBELL, W. and ST. BRYANT, A chemical study of the bearing of decay by *Phellinus cryptarum* KARST. and other fungi on the destruction of wood by the death-watch beetle (*Xestobium rufovillosum* DE G.). Biochemic. J. **34**, 1404—1414 (1940).

FRÖBRICH, G., Untersuchungen über Vitaminbedarf und Wachstumsfaktoren bei Insekten. Z. vergl. Physiol. **27**, 335—383 (1939).

HEITZ, E., Über intrazellulare Symbiose bei holzfressenden Käferlarven. I. Z. Morphol. u. Ökol. d. Tiere **7**, 279—305 (1927).

HERTER, K., Über den Temperatursinn von Vorratsschädlingen. Mitt. Ges. f. Vorratsschutz. 1942/43.

KALTENBACH, J., Die Pflanzenfeinde aus der Klasse der Insekten. Stuttgart 1874.

KOCH, A., Symbionten und Vitamine. Naturwiss. **21**, 543 (1938).

MICHEL, E., Beiträge zur Kenntnis von *Lachnus* (*Pterochlorus roboris* L.), einer wichtigen Honigtauerzeugerin an der Eiche. Z. angew. Entomol. **29**, 244—281 (1942).

OFFHAUS, K., Der Einfluß von wachstumsfördernden Faktoren auf die Insektenentwicklung unter besonderer Berücksichtigung der Phytohormone. Z. vergl. Physiol. **27**, 384—428 (1939).

PARKIN, E., The digestive enzymes of some wood-boring beetle larvae. J. exper. Biol. **17**, 364—377 (1940).

SCHANDERL, H., Über die Assimilation des elementaren Stickstoffes der Luft durch die Hefesymbionten von *Rhagium inquisitor* L. Z. Morph. u. Ökol. d. Tiere **38**, H. 3, 526—533 (1942)

SCHAUFUSS, C., Calwers Käferbuch Bd. II, S. 825. Stuttgart 1916.

SCHLOTTKE, E. und BECKER, G., Verdauungsfermente im Darm der Hausbockkäfer-Larven. Biologia generalis **16**, 1—11 (1942).

SCHOMANN, H., Die Symbiose der Bockkäfer. Z. Morph. u. Ökol. d. Tiere **32**, 542—612 (1937).

SCHUCH, K., Experimentelle Untersuchungen über den Nahrungswert von Kiefern- und Fichtenholz für die Larven des Hausbockkäfers (*Hylotrupes bajulus* L.). Z. Pflanzenkrankh. **47**, 572—582 (1937).

— — Experimentelle Untersuchungen über den Einfluß von Temperatur und Feuchtigkeit auf das Wachstum der Hausbockkäfer-Larven. Z. angew. Entomol. **24**, 357 bis 366 (1937).

— — Zur Physiologie und Ökologie des Hausbockkäfers (*Hylotrupes bajulus* L.). Herausgeg. vom Verb. öff. Feuerversicherungsanst. in Deutschland. Berlin-Dahlem 1938.

SCHULZE, B., Mykologische Prüfung der Tropeneignung organischer Werkstoffe, insbesondere von Holz. Holz als Roh- und Werkstoff **5**, 345—350 (1942).

SCHULZE, B. und BECKER, G., Larven von Mulmbock- und Rothalsbockkäfer zur Prüfung der insektentötenden Wirkung von Holzschutzmitteln. Holz als Roh- und Werkstoff **4**, 135—140 (1941).

THEDEN, G., Untersuchungen über die Feuchtigkeitsansprüche der wichtigsten in Gebäuden auftretenden Pilze. Angew. Bot. **23**, 189—253 (1941).

ZACHER, F. und H. FOERSTER, Der Mulmbock, *Ergates faber* L. als Nutzholzschädling. Mitt. Ges. f. Vorratsschutz **14**, Nr. 1, S. 2—3 (1938).

Institut für Waldschutz, Eberswalde

Richtlinien zur Zucht von Termiten[1])

Von

KARL GÖSSWALD

(Mit 19 Abbildungen)

Einleitung

Bei der Holzschutzforschung und Holzschutzmittelprüfung werden große Mengen von Versuchstieren gebraucht. Manche Aufgaben sind bisher aus Mangel am benötigten Tiermaterial gescheitert. Die Besorgung einer hinreichenden Zahl von Versuchstieren vom natürlichen Standort ist nicht immer möglich. Ferner sind die Versuche bei der Verwendung von Standortmaterial nicht gleichwertig und vielfach physiologisch nicht einwandfrei. Denn die Widerstandsfähigkeit der Versuchstiere ist von vorhergegangenen Entwicklungsbedingungen abhängig. Sogar die Disposition der Elterntiere kann mit bestimmend sein. Hinzu kommt die Möglichkeit des Parasitenbefalls von Standortmaterial sowie die Gefahr der Einschleppung von Bakteriosen, Mykosen, Milbenseuchen usf. Wenn nun im Hinblick auf die Schwierigkeiten, die sich bei Gebrauch von Standortmaterial ergeben, das Versuchsmaterial in einer Folge von Jahren im Laboratorium herangezogen wird, ist die Gefahr des Auftretens größerer Widerstandsunterschiede der Versuchstiere keineswegs beseitigt. Wie die Virulenz von Bakterien und Pilzarten der Einwirkung von Außenfaktoren unterworfen ist, so können auch in Insektenzuchten vom gleichen Ausgangmaterial im Laufe einiger Jahre Populationen mit verschieden ausgeprägter Fruchtbarkeit, Widerstandsfähigkeit und mit unterschiedlicher Angriffsmöglichkeit gegenüber vorgesetzten Materialien herangezogen werden. Nachdem die Zweckmäßigkeit einer allgemeinen Normierung der Mittelprüfmethoden auf physiologisch einwandfreier Grundlage feststeht, ist es angebracht, auch auf die Notwendigkeit einer Normierung der Zuchtmethoden von Standardversuchstieren hinzuweisen. Denn wenn die Versuchstiere nicht gleichwertig und somit nicht vergleichbar sind, entfällt die Voraussetzung für die Genauigkeit der Arbeiten.

[1]) Durchgeführt mit Unterstützung der deutschen Forschungsgemeinschaft.

Nachdem in einer früheren Mitteilung Methoden zur beschleunigten Heranzucht von Hausbockkäferlarven mitgeteilt wurden (1939), sei nun zur Heranzucht möglichst einheitlich veranlagter Termiten, und zwar der Art *Calotermes flavicollis*, ein Verfahren beschrieben, bei dessen Gebrauch die Versuchstiere unter genau kontrollierbaren, gleichbleibenden und leicht wiederholbaren Bedingungen gezüchtet werden können. Nach mehrjähriger Durchführung solcher Termitenzuchten in verschiedenen Laboratorien mittels der hier angegebenen oder anderer Verfahren empfiehlt sich eine vergleichende Überprüfung der für die Versuche wichtigen Eigenschaften zusammen mit Freilandmaterial, um auf den richtigen Weg zur Vereinheitlichung der Massenzucht von Termiten zu gelangen.

Biologische und technische Vorversuche

Die Lebensweise der Art *Calotermes flavicollis* ist eingehend erforscht (vgl. z. B. GOETSCH 1942). Das Regenerationsvermögen aus kleinen Teilen des Termitenstaates zu einem vollwertigen, fortpflanzungsfähigen Volk ist besonders gut ausgebildet. Dadurch wird die Zucht wesentlich erleichtert. Bei den Ameisen ist es nur mit größtem technischen Aufwand möglich, aus abgesonderten Larven oder Puppen (= Nymphen der Termiten) ein Volk heranzuziehen, da bei den Hymenopteren diese Entwicklungsstadien für sich hilflos sind. Sie können, wenn sie nicht von Vollkerfen gepflegt und gefüttert werden, nur sehr mühsam durch künstliche Fütterung und Pflege zur Reife gebracht werden. Dagegen ist es bei den untersuchten Termiten gelungen, aus abgesonderten Larven und Nymphen sogenannte Ersatzgeschlechtstiere heranzuzüchten. Allerdings sind nicht alle Entwicklungsstadien gleich gut geeignet, wenn es darauf ankommt, in möglichst kurzer Zeit ein größeres Termitenvolk entstehen zu lassen. Jeweils 50 Stück eines Entwicklungsstadiums wurden zu einem Versuch zusammengestellt. Alle Tiere wurden auf das Vorhandensein der Cerci geprüft. Das für diese Versuche verwendete Kiefernholz war absichtlich unbehandelt. Als Versuchsraum dienten große Zwölferschalen (Münchener Hygrostaten) mit $K_2SO_4 + H_2O$ bei 27° C. Sowohl das älteste Stadium VII (= 2. Nymphenstadium), wie das jüngste Stadium I hat ohne Mischung mit anderen Stadien kein positives Zuchtergebnis gezeitigt. Dagegen sind aus Zusammenstellungen von 50 Individuen des Stadiums VI (= 1. Nymphenstadium) Ersatz-♂ und Ersatz-♀ in der gleichen Zucht hervorgegangen, so daß die Grundlage zum Heranwachsen eines Termitenvolkes gegeben ist. Die übrigen Tiere gingen in dem abgeschlossenen Raum als Vollkerfe zugrunde, da sie hier nicht schwärmen konnten. Die Ersatzgeschlechtstiere blieben also allein übrig. Mittellarven und Altlarven erwiesen sich in den mit jeweils gleichaltrigen Entwicklungsstadien durchgeführten Versuchen am vorteilhaftesten zur Weiterzucht. Bei Zusammenstellungen mit je 25 Individuen zweier verschiedener Entwicklungsstufen wurden gute Erfolge erzielt bei Kombination

von Stadium II und IV, II und V, II und VI, desgleichen unter Austausch von II mit III oder IV. In den meisten Fällen paßten die Ersatzgeschlechtstiere paarweise zusammen. Manchmal war aber auch nur ein dunkler gefärbtes Weibchen ohne Partner zu finden, gelegentlich zwei Ersatz-♀ ohne Ersatz-♂, oder 2 Ersatz-♂ mit nur einem Ersatz-♀, bzw. 2 Ersatz-♀ mit nur einem Ersatz-♂. Eilarven gingen auch aus Zuchten hervor, in denen kein Ersatz-♂, sondern nur Ersatz-♀ festgestellt wurden, was jedoch deren zeitweises Vorhandensein nicht ausschließt. Die Versuche wurden außer an den zeitlich 10 Monate auseinanderliegenden Stichtagen nicht kontrolliert, da die mit dem Aufbrechen des Holzes verbundenen Störungen sich nachteilig auswirken. Die median gelegenen Styli (vgl. Abb. 5 rechts) sind im Imaginalstadium das Kennzeichen der Männchen. Im Entwicklungsalter sind diese Anhänge auch bei den weiblichen Individuen vorhanden, die weiblichen Ersatzgeschlechtstiere dagegen sind abgesehen von der auch beim Ersatz-♂ später in Erscheinung tretenden stärkeren Pigmentierung sehr einfach am Fehlen der Styli zu erkennen (vgl. Abb. 6b). Bei den sogenannten neotenischen Larven und Nymphen sind also die Styli der Weibchen bereits zurückgebildet.

In den *flavicollis*-Zuchten findet sich gelegentlich ein gewisser geringer Prozentsatz von Tieren, die in Kopfkapselbreite und Größe dem Stadium V entsprechen, jedoch den Eindruck erwecken, als seien sie nicht weiter entwicklungsfähig. Diese Individuen sind auffallend weiß, das Abdomen ist im Vergleich zu dem prallen Abdomen der Tiere, die sich weiterentwickeln, abgeplattet, zum Teil verkümmert und verkürzt. Zusammenstellungen solcher Individuen hatten keinen Zuchterfolg. Die Tiere blieben zwar bisher zum Teil 12 Monate am Leben, eine Umbildung zum Ersatzgeschlechtstier oder zum nächst höheren Entwicklungsstadium fand nicht statt, im Mittelprüfversuch zeigten sie sich wenig brauchbar.

Zusammenfassend ist es also möglich, aus präimaginalen Entwicklungsstadien, am besten in Mischpopulation von Mittel- und Altlarven, junge Termitenstaaten heranzuziehen, allerdings wachsen die *flavicollis* verhältnismäßig langsam zu einer größeren Zahl heran. Aus einem Ausgangsmaterial von insgesamt 50 Mittel-, Altlarven und Nymphen ergaben sich im Laufe eines Jahres durchschnittlich nur 300 Individuen. Mit zunehmender Größe des Staates wird jedoch dessen Wachstum mehr beschleunigt. *Calotermes flavicollis* gehört zu den individuenarmen Arten. Wie bei den Ameisen relativ individuenarme Arten ökologisch besonders widerstandsfähig sind (vgl. GÖSSWALD 1932, 1938 und 1941), so ist auch *flavicollis* im Vergleich etwa zur produktiveren *Reticulitermes lucifugus* sehr viel widerstandsfähiger gegen nachteilige ökologische Faktoren. Hierüber wird eingehend in einer anderen Arbeit berichtet werden.

Eine Entwicklungsbeschleunigung ist möglich durch Imprägnierung des Holzes mit Diastase oder anderen Verdauungsfermenten,

doch bleibt der hierdurch zu erzielende Erfolg bei den Termiten hinter dem Ergebnis vom Hausbock (Gösswald 1939a) zurück. Über Verdauungsfermente im Darm der Hausbockkäferlarven vgl. Schlottke und Becker 1942. Über die vorteilhafte Wirkung von Verdauungsfermenten zur Dauermassenzucht von Kleidermotten vgl. Gösswald 1937a.

Die Zucht junger Termitenstaaten mit jungen Männchen (späteren Königen) und Weibchen (späteren Königinnen) muß neben der Bildung von Staaten aus Ersatzgeschlechtstieren ebenfalls durchgeführt werden, da noch nicht feststeht, wie sich die Termitenzucht auf der Grundlage von Ersatzgeschlechtstieren in langer Generationenfolge auswirkt. Vollwertige imaginale Geschlechtstiere erhält man entweder zur Zeit der Imaginalreife aus den Stammzuchten. In diesem Fall muß man warten, bis die Tiere schwarmbereit sind und ihnen dann Gelegenheit zum Fliegen geben. Solche Zuchten lassen sich in der unten angegebenen Weise jährlich zu vielen Hunderten anlegen. Einige Beispiele seien herausgegriffen, um ein ungefähres Bild der Entstehung zu vermitteln. Eine am 1. August 1941 mit einem jungen entflügelten ♂ und ♀ angesetzte Zucht umfaßte am 9. Dezember 1942: 1 König, 1 Königin, 3 mittelgroße Soldaten, 50 Altlarven, 40 Mittellarven, 36 Junglarven u. 60 Eier. Ein weiteres, ebenfalls am 1. August 1941 angesetztes Termitenpaar hatte am 9. Dezember 1942 eine Nachkommenschaft von 3 mittleren Soldaten, dazu einem großen Soldaten mit weißem Kopf (vor der letzten Häutung), 55 Altlarven, 40 Mittellarven, 20 Junglarven, 56 Eier. — Ein am 5. September 1941 isoliertes junges Termitenpaar hatte am 6. Dezember 1942 folgende Nachkommen: 1 kleinen Soldat, 40 Altlarven, 20 Mittellarven, 15 Junglarven, 35 Eier. — Ein weiterer Befund eines am 16. September 1941 angesetzten Zuchtversuches wurde am 10. Dezember 1942 festgestellt: außer dem König und der Königin: 3 mittlere Soldaten, 80 Altlarven, 30 Mittellarven, 15 Junglarven, 25 Eier. — Nicht immer verläuft die Zucht gleich erfolgreich, wie folgende Beispiele zeigen: Am 23. August 1941 hatte ein ♂ und ein ♀ mit der Koloniegründung begonnen. Das Ergebnis war am 8. Dezember 1942: 1 kleiner Soldat, 1 Altlarve, 1 Mittellarve und 35 Eier. Die Nachkommenschaft eines am 5. September 1941 vereinigten jungen Termitenpaares bestand am 7. Dezember 1942 nur aus einen kleinen Soldaten, 1 Junglarve und 10 Eiern. Es ist wahrscheinlich, daß hier einige Larven und Eier aufgefressen worden sind. — In einigen Fällen sind die Geschlechtstiere gestorben, vielleicht infolge Verletzungen. Von einem am 4 August 1941 angesetzten jungen Termitenpaar war bereits am 8. November 1941 das eine Geschlechtstier tot, am 7. Dezember 1942 wurden ein Ersatzgeschlechtstier (♀), 50 Altlarven, 20 Mittellarven, 10 Junglarven und 25 Eier vorgefunden. In einem anderen Fall aus einer am 1. August 1941 angesetzten Zucht wurden am 8. Dezember 1942 ohne König oder Königin 3 Ersatzgeschlechtstiere, und zwar 3 ♂, sowie ein mittlerer Soldat, 10 Altlarven und 2 mittlere Larven ohne Eier festgestellt.

Von den aus jungen Geschlechtstieren und Larven zusammengestellten Kolonien entstanden schneller größere Staaten als aus einzelnen Termitenpaaren. Vor allem ist dieser Weg sicherer als nur mit Mänchen und Weibchen. Quantitative Angaben über die relative Zahl der entwickelten und zugrunde gegangenen Versuchskolonien, deren Zahl sich ursprünglich auf 600 belief, können nicht geboten werden, da eine größere Zahl von Kolonien infolge Verwendens unreinen Gipses zugrunde gingen. So bildete sich unter der Einwirkung von Bakterien häufig Schwefelwasserstoff in derart starker Konzentration, daß die Tiere in den abgeschlossenen Tuben abgetötet wurden. Bei Verwendung von reinem Alabaster-Modelliergips zeigten sich keine nachteiligen Folgen des Abschlusses. Der Abschluß der Tuben mit lackierten Korken kann also nicht schuld sein, zumal unter diesen Bedingungen eine größere Zahl sehr guter Kolonien herangezogen wurden. Für viele ähnliche Fälle von Zusammenstellungen aus jeweils 1 ♂, 1 ♀ und 10 Mittel- und 10 Altlarven sei das Beispiel einer vom 16. September 1941 begonnenen Gründung erwähnt, die am 8. Dezember 1942 folgende Zusammensetzung aufwies: 1 ♂, 1 ♀, 1 großer Soldat, 3 mittlere Soldaten, 95 Altlarven, 70 Mittellarven, 30 Junglarven, 69 Eier. Besonders oft waren bei dieser Art von Koloniegründung die ursprünglichen Geschlechtstiere verloren gegangen und dafür Ersatzgeschlechtstiere nachgezogen worden.

Sicherer war der Erfolg bei der Verwendung alter, aus Stammzuchten beim Heraussuchen von Versuchstieren aufgefundener Geschlechtstiere. Eine am 16. September 1941 mit zwei jungen Geschlechtstieren und 20 Larven zusammengesetzte Zucht enthielt am 9. Dezember 1942 nach Verlust des ♂ und ♀ nur 1 Ersatz-♀, 1 großen Soldaten, 50 Altlarven, 30 Mittellarven, 15 Junglarven, 40 Eier. In einer anderen am 10. September 1941 in gleicher Weise begonnenen Zucht war der Befund am 9. Dezember 1942 folgender: 1 Ersatz-♀, 2 große Soldaten, 60 Altlaren, 40 Mittellarven, 20 Junglaren, 15 Eier. Eine am 16. September 1941 mit einem ♂, ♀ und 20 Larven gegründete Kolonie umfaßte am 8. Dezember 1942 ein Ersatz-♀, 3 mittlere Soldaten, 10 Altlarven, 40 Mittellarven, 40 Junglarven, 60 Eier. Schließlich sei noch das Beispiel eines am 18. September 1941 mit 1 ♂, 1 ♀ und 20 Larven begonnenen Staatengründung erwähnt, deren Ergebnis am 7. Dezember 1942 folgendes war: 1 Ersatz-♂, 1 Ersatz-♀, 2 mittlere Soldaten, 20 besonders große Altlarven, 15 Mittellarven, 15 Junglarven, 40 Eier. Manchmal werden mehr als zwei Ersatzgeschlechtstiere herangezogen, wie aus folgendem Beispiel hervorgeht: Am 15. September 1941 waren 1 ♂, 1 ♀ und 2 *flavicollis*-Larven zu einer kleinen Kolonie zusammengestellt worden. Am 10. Dezember 1942 wurden zunächst in einer abgesonderten Kammer 1 Ersatz-♂ und 1 Ersatz-♀ in Koloniegründung vollständig allein angetroffen. Der übrige zu dieser Zeit vorhandene Teil setzte sich aus einem Ersatz-♀, 2 Altlarven, 1 mittleren Soldat und 25 Eiern zusammen.

Für die Zusammenstellung größerer Zuchten durch Vereinigung von jungen bzw. alten Geschlechtstieren mit Larven ist wichtigste Voraussetzung die Verträglichkeit der untersuchten Termitenart. Bei den meisten Ameisenarten würden derartige Zuchten an der Unduldsamkeit der Arbeiterinnen gegen fremde Königinnen scheitern. Während die bisher erwähnten kleinen Kolonien in Standtuben (s. unten) gegründet werden können, deren Holzinhalt bei 27 °C etwa 1 ½ Jahre als Nahrung ausreicht, finden größere Koloniegründungen von Anbeginn in entsprechend umfangreichen Holzscheiben statt (vgl. S 306), die auf einige Jahre den Nahrungsbedarf decken. Am 15. Oktober 1941 wurde nach dieser Zuchtmethode 1 ♂, 1 ♀ und 50 Larven von *Cal. flavicollis* zusammengesetzt, und zwar in Kiefernholz, das mit Diastase imprägniert war. Am 12. Dezember 1942 wurden in dem Holz, das erst sehr wenig verbraucht war, 1 ♂, 1 ♀, 4 große Soldaten, 90 Altlarven, 130 Mittellaren, 55 Junglarven und 110 Eier festgestellt.

Diese wenigen Beispiele sollten einen Einblick vermitteln in die Entwicklungsfähigkeiten von *flavicollis*, die somit als außerordentlich vielseitig gekennzeichnet sind. Besonders wichtig ist für die Ausnutzung dieser Fähigkeiten zur Massenzucht die Kenntnis der physiologischen Bedürfnisse, vor allem hinsichtlich Einwirkung von Temperatur und Feuchtigkeit sowie Ernährung. Hierüber wird jedoch in einer anderen Arbeit berichtet werden, während im folgenden unter Zugrundelegung von Ergebnissen umfangreicher ökologisch-physiologischer Untersuchungen die Technik der Zuchtmethoden beschrieben wird.

Methode und Zucht

Zur Zucht von Termiten werden verschiedene Wege beschritten, angefangen von der Kleinzucht, zur Mittel- und Massenzucht und Fortführung von Zuchtstämmen. Ferner wird auf Sicherungseinrichtungen Bezug genommen. Auf diese Weise sollen alle sich im Verlauf der Termitenuntersuchungen bietenden Gelegenheiten zur Neuanlage von Zuchten ausgewertet werden. Für Versuche und Prüfungen ist es mitunter wichtig, auch über viele kleine, aber alle Kasten und Entwicklungsstadien umfassende Kolonien zu verfügen, nicht nur über große Stammzuchten.

Die Zucht kleiner Kolonien kann in Standtuben, die in (Abb. 1) dargestellt sind, durchgeführt werden. Die Tuben haben eine Höhe von 100 mm, Durchmesser von 40 mm, Stärke des Glases 1,5 mm. Im Korken vermittelt eine Glasröhre von 1 mm lichter Weite den Luftaustausch. Die Zuchten haben sich aber auch in vollständig abgeschlossenen Tuben gut entwickelt. Die Termiten sind gegen Kohlensäureanreicherungen sehr widerstandsfähig. Auf der Innenfläche und seitlich ist der Korken mehrfach mit gutem Lackanstrich versehen, um ein Durchbeißen der Tiere zu behindern. Gleichwohl müssen die Zuchten gesichert und überwacht

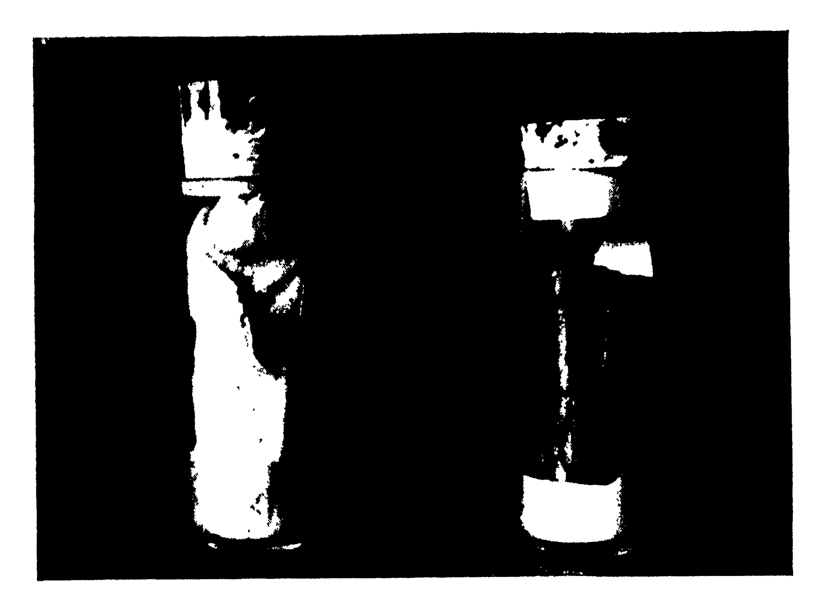


Abb. 1. Standtube für Heranzucht kleiner Termitenkolonien



Abb. 2. Brutofen mit jungen Termitenzuchten

werden, da die Termiten an Stellen, wo sie ihre flüssigen und breiigen Ausscheidungen ablagern, nach einiger Zeit auch sehr hartes Material

durchdringen. Zur Konstanthaltung der Feuchtigkeit dient Gips, der den Boden und eine Seiteninnenfläche der Tube bis zum Korken in geringer Höhe 2—5 mm bedeckt. Die Feuchtigkeit des Gipses reicht bei 27° C im Brutofen etwa ein halbes Jahr. Wenn der Ofen vollgefüllt ist mit mehreren hundert solcher Zuchttuben, so daß die Umgebungsfeuchtigkeit verhältnismäßig hoch ist, braucht der Gips nach $1\frac{1}{2}$ Jahren noch nicht wieder befeuchtet zu werden. Die für die Termitenzucht verwendeten Brutöfen (nach LAUTENSCHLÄGER-München vgl. Abb. 2) besitzen Lüftungsanlagen. Als Nahrung dienen den Termiten zwei etwa gleichgroße in die Tuben passenden Holz-

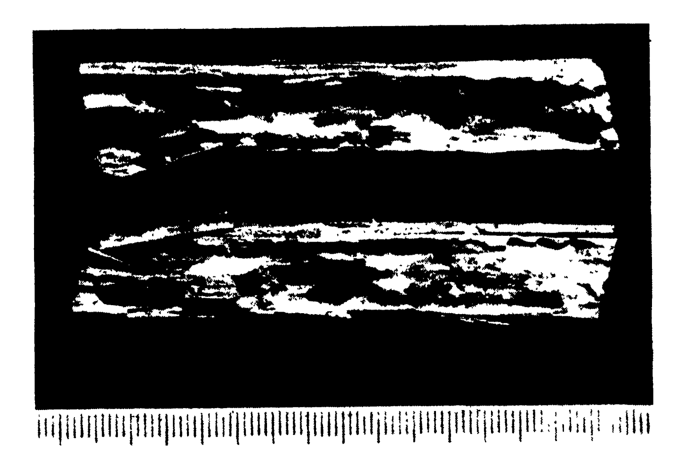


Abb. 3. Kiefernholzstückchen (mit Diastase imprägniert) in dem eine kleine, anfänglich aus einem jungen ♂ und ♀, zu Versuchsende außer den Geschlechtstieren aus 50 Altlarven, 30 Mittellarven, 17 Junglarven und 36 Eiern bestehende Kolonie von *Calotermes flavicollis* ein Jahr lang gefressen hatte. Die Fraßgänge verlaufen entlang den Jahresringen

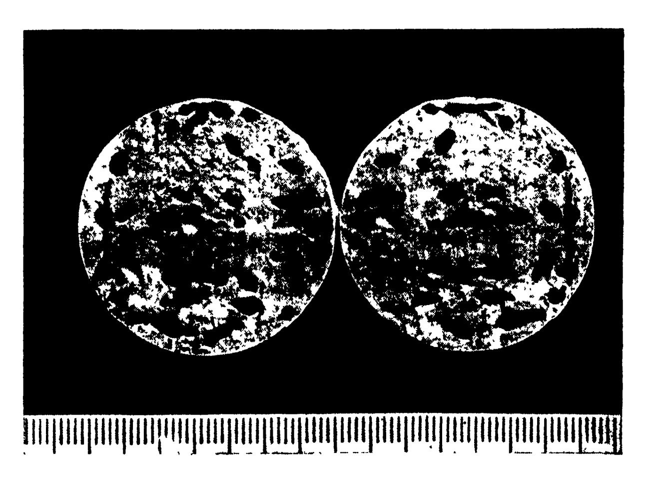


Abb. 4a. Fraßstück aus dem Korken einer Zuchttube, in dem die Termiten eingedrungen waren. Die Fraßgänge wie in Abb. 3, von einer jungen *Calotermes flavicollis* - Kolonie stammend, verlaufen unregelmäßig, da hier keine härteren Schichten die Nagetätigkeit hindern



Abb. 4b. Rechts Unterseite, links Oberseite der Korken. Die Einfraßstellen auf der weißlackierten Unterseite sind mit Kittmaterial verschmiert

stückchen. Eines davon stammt aus Abfallholz von alten Termitenzuchten, hier herein werden die Termiten gesetzt. Das andere Holzstückchen ist einige Jahre abgelagertes Kiefernholz, das im Vakuum mit einer Aufschwemmung von Diastase und Wasser (1 Vol. Diastase, 20 Vol. Wasser) getränkt worden war. Um den Termiten das Eindringen zu erleichtern, ist dieses Holzstückchen an 6 Stellen angebohrt. Die Tränkung mit Diastase erleichtert und beschleunigt die Entwicklung, sie ist aber nicht nötig. Die Termiten entwickeln sich auch in unbehandeltem Kiefernholz sehr gut. Die beiden Holzklötzchen werden nach dem Einsetzen der Termiten mit Zellstoff umwickelt und in die Tube gesteckt. Die Tuben werden mit den Korken fest verschlossen. Zur Unterscheidung der Geschlechtstiere dienen die



Abb. 5. Unterscheidungsmerkmale von ♂ und ♀. In der Abbildung rechts die medianen Styli des ♂, die beim ♀ (Abb. links) fehlen

Abb. 5 und 6. Die Tuben werden, wie S. 300 erwähnt, entweder nur mit einem Termitenpaar besetzt oder wie S. 301 angegeben, außerdem noch mit insgesamt 20 Mittel- und Altlarven.

Mittelgroße Zuchten werden in größeren Holzscheiben in folgender Weise angelegt. Die Imprägnierung des Holzes erfolgt wie oben mit Diastase. Das Holz wird für die Zucht verwendet, nachdem es wieder lufttrocken ist. Um den Termiten in der Übergangszeit des Eingewöhnens im neuen Zuchtraum das Einfressen in das Holz zu erleichtern, wird dieses an einigen Stellen angebohrt. Als Zuchtraum dienen Batteriegläser mit Spezialdeckeln. Das in Abb. 7 dargestellte Zuchtglas ist 30 cm hoch, 17 cm breit, auch niedrigere Batteriegläser von 25 cm Höhe finden Verwendung. Der dichtaufsitzende Glasdeckel hat in der Mitte ein Loch von 6 cm Durchmesser. Darüber ist zur Durchlüftung feinste nicht rostende Metallgaze gut aufgekittet. Der Kittrand wird mit Lack überstrichen. Zur Feuchthaltung dient hier wieder Gips. Die Holzscheibe wird in die 2 cm hohe, noch weiche Gipsschicht eingedrückt. Nach dem Erhärten des Gipses können die Termiten auf die Holzscheibe gesetzt werden. Sie nagen sich hier bald ein und schließen sich nach außen mit Nagsel und Kot ab. Das Gedeihen der Brut ist an Kotanhäufungen zu erkennen (vgl. Abb. 8). Auf die Lüftungslöcher werden entsprechend große Zellstoffplättchen aufgelegt. Die trockenen Zellstoffplättchen werden täglich mit frischgewässerten ausgewechselt. Zur leichteren Handhabung ist der Zellstoff in Glasbatistscheiben eingenäht. Die Termiten bauen in besonders gut feuchtgehaltenen Zuchten Galerien (Abb. 9) und



Abb. 6a. Unterscheidungsmerkmal wie in Abb. 5 bei Ersatzgeschlechtstieren. ♂ mit Styli



Abb. 6b. ♀ ohne Styli

Türmchen (Abb. 10) Die an sich in feuchterem Substrat lebende *Reticulitermes lucifugus* neigt mehr zum Galerien- und Türmchenbau als *Calotermes flavicollis*. Die vorimaginalen Entwicklungsstadien können nicht am Glas hochsteigen, sondern nur mittels des auffallenden Galeriebaues nach oben gelangen. Gleichwohl ist Vorsicht geboten, vor allem zur Schwärmzeit der geflügelten Tiere, die am Glas hinauflaufen können. Sicherungsmaßnahmen werden S. 313 beschrieben.

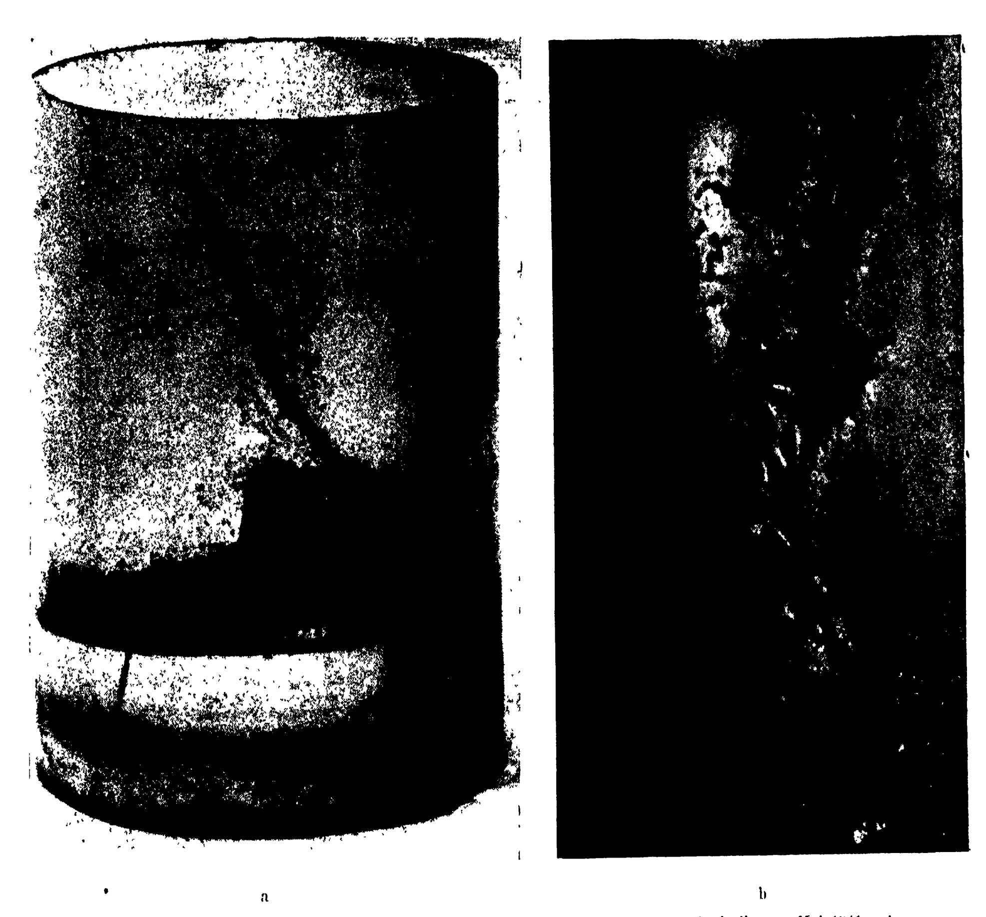


Abb. 7. Batterieglas für die Aufnahme größerer Zuchten

Die Massenzuchten bzw. Stammzuchten werden in Glasaquarien mit 35 cm Länge, 23 cm Breite und 26 cm Höhe durchgeführt. Der Boden ist wieder 2 cm hoch mit Gips bedeckt. Darüber werden die mit Termiten befallenen Hölzer aufgeschichtet bis zwei Finger breit unter dem Glasdeckel. Auch besonders große bis auf etwa 2000 Individuen



Abb. 8. Kotstückchen von *Calotermes flavicollis*, vergrößert

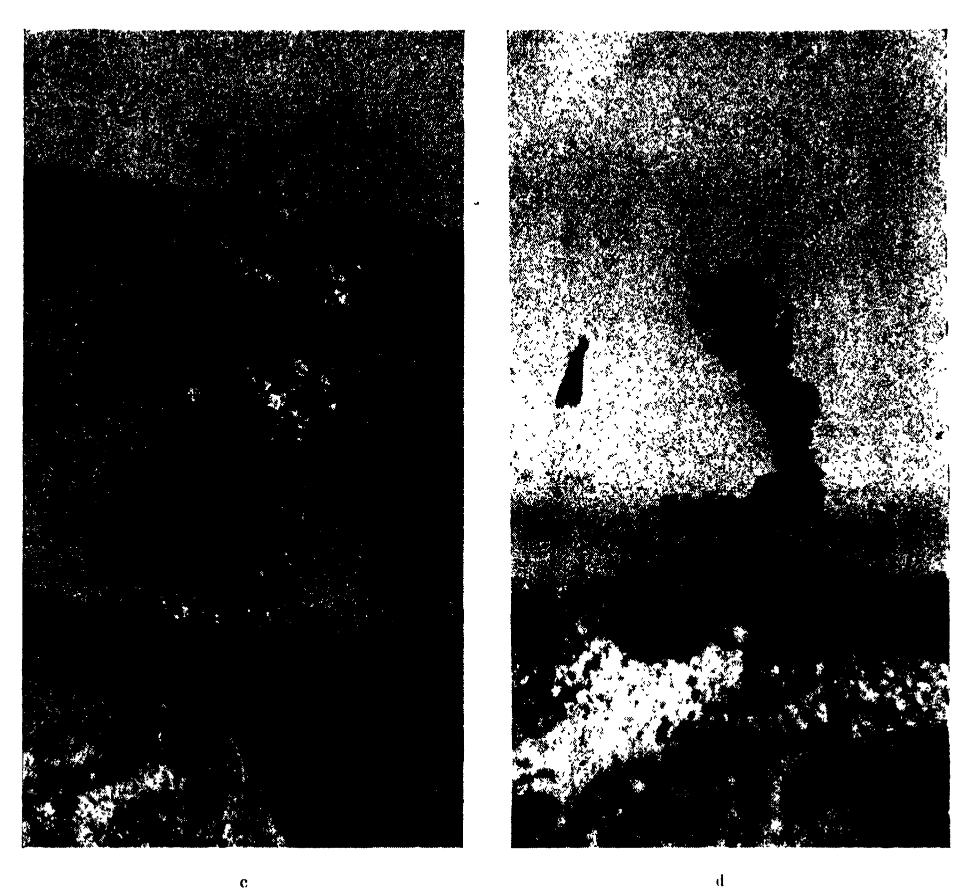


a b

Abb. 9a. Galerienbau einer im Januar 1940 angelegten Zucht von *Calotermes flavicollis* im Mai 1941. Aus der Zeitangabe ist die zunehmende Verlängerung der Galerie zu verfolgen

Abb. 9b. Galerienbau der gleichen Zucht wie in Abb. 9a am 21. Dezember 1942 von der Glasseite aufgenommen in natürlicher Größe. Die alten Galerien sind abgebaut. In der neuen, später noch stark erweiterten Galerie sind zu sehen: oben 2 Soldaten. Mitte 2 schwarmbereite geflügelte Tiere. links davon 4 Altlarven, darunter 1 Soldat, nach unten Larven. Einige Tiere sind ausgeflogen und haben bereits die Flügel abgeworfen, von denen 2 rechts am Glas haften

heranwachsenden Zuchten können, wie bei den Batteriegläsern angegeben, in den Glasaquarien angelegt werden. Solche Glasaquarien habe ich früher (1940) als Zuchtbehälter für Ameisen beschrieben. Der Deckel ist mit fünf 6 cm weiten Löchern versehen, die mit feinster Metallgaze abgedichtet sind (vgl. Abb. 11). Der Gips muß ständig feucht gehalten werden. Wenn bei übereinandergeschichtetem Holz nur die unteren Schichten hinreichend feucht sind, wandern die Termiten aus dem zu trockenen oberen Holz nach unten ab. Um dies zu verhindern, wird auch hier von oben her Feuchtigkeit geboten, und zwar mittels der feuchten in Glasbatist eingenähten Zellstoffplättchen, die auf die Lüftungslöcher der Batterie- und Glasaquariendeckel gelegt werden. Bei trockener Umgebungsluft müssen die tagsüber ausgetrockneten Plättchen mit gewässerten



c d

Abb. 9c. Die gleiche Galerie wie in Abb. 9b von der Außenseite (= Innenseite des Glases) aufgenommen
Abb. 9d. Kleinere Galerie aus der gleichen Zucht am 21. Dezember 1942 mit ausschwärmenden geflügelten Termiten

ausgetauscht werden. Zu hohe, tropfbare Feuchtigkeit, also Feuchtigkeitsübersättigung, ist jedoch in den Zuchten zu meiden. In solchen Fällen wird die Befeuchtung einige Tage bzw. Wochen unterbrochen. Immerhin ist die Bildung von nicht insektizidem Pilzwuchs noch das bei weitem kleinere Übel im Vergleich zur Austrocknung. Krankheiten und Seuchen sind bisher bei den Zuchten mit Gips als Unterlage nicht aufgetreten. Wie Versuche gezeigt haben, sind gesunde Termiten, ähnlich wie andere in feuchtem Substrat lebende Tiere (vgl. Gösswald 1938 b) widerstandsfähig z. B. gegen den insektentötenden Pilz *Beauveria bassiana* Bals. (Vuill.). Aus toten Termiten ist ein Pilz, der *Aspergillus flavus* nahesteht (vgl. Abb. 12), fast regelmäßig herausgewachsen. Ich halte diesen Pilz jedoch nicht für eine primäre Todesursache, sondern höchstens für einen Schwächeparasiten. Das regelmäßige Auswachsen aus abgestorbenen Termiten könnte den Gedanken eines regelmäßigen, jedoch nicht schädigenden

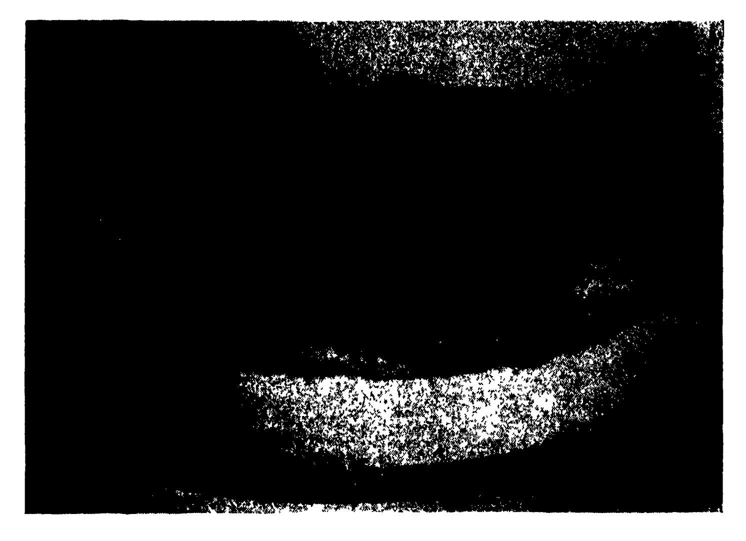


Abb. 10. Türmchenbau in einer 1941 angelegten Zucht von *Calotermes flavicollis* am 21. Dezember 1942. Die hier zum Teil abgebrochenen Türmchen können frei in die Luft ragend eine Höhe von 20 cm erreichen

Vorkommens in gesunden Termiten nahelegen. Diesbezügliche Untersuchungen stehen noch aus.

Ektoparasitische Milben sind gelegentlich in größerer Zahl aufgetreten, aber auch vorwiegend an schwächeren Tieren. Stark vermilbte isolierte Zuchten haben sich weiter entwickelt. Nach einem Jahr waren bei guter Pflege der Termiten die Milben verschwunden.

Bei der Anlage von Zuchten aus eingeschicktem Material ist darauf zu achten, daß keine Ameisen, Spinnen oder Tausendfüßer eingeschleppt werden, von denen die Termiten dezimiert werden. Wegen der Einbürgerungsgefahr von Milben in den Zuchten hat sich die Verwendung von Erde, als Unterlage für das Holz, nicht bewährt. Auch mit sterilisierter Erde wur-

Abb. 11. Zuchtbehälter für umfangreiche Termitenmassenzuchten. Auf die der Lüftung dienenden Löcher im Deckel sind Phosphorbronzegazeplättchen gut aufgekittet, die Kittstellen sind mit Lack überstrichen. Auf die Lüftungslöcher werden entsprechend große Zellstoffplättchen aufgelegt, die zwecks leichterentäglichen Austausches mit frisch gewässerten Plättchen in Glasbatist eingenäht sind

den wegen der geringeren Feuchtigkeitskapazität nicht so gute Erfolge erzielt wie mit Gips. Die Zugabe von Kot und Schmutz aus alten jedoch seuchenfreien Zuchten ist eher nützlich als schädlich Die Pflege der Zuchten erstreckt sich auf Konstanthaltung der Feuchtigkeit (Gips und Zellstoffbelag), gelegentliches Umlagern des Holzes und Reinigen des Gipsbelages bei besonders starker Verschmutzung, . ferner Ergänzung ausgefressenen Holzes durch frisches. Die geflügelten Tiere werden zur Schwärmzeit vorsichtig, so daß sie nicht entkommen können, abgesammelt. Ein Insektensaugrohr (Abb. vgl. Gösswald 1937 b, S. 212) leistet hierbei gute Dienste. Für die Weiterzucht können jedoch nur schwarmbereite, also dorsoventral abgeplattete Imagines Verwendung finden. Die im Holz befindlichen Geflügelten mit vollem rundlichem Abdomen haben noch nicht die nötige Reife. Am zweckmäßigsten ist es, nur solche Imagines zur Weiterzucht zu verwenden, die bereits das Holz zwecks Ausschwärmens verlassen haben. Die derart gewonnenen Vollkerfe läßt man in einem Aquarium, wie bereits beschrieben, fliegen, und zwar in einem hellen Raum. Erst nach dem Flug sind die Geschlechtstiere bekanntlich zum natürlichen Abbrechen der Flügel und zur Weiterentwicklung zum vollwertigen Geschlechtstier befähigt. Auf Unterscheidungsmerkmale und auf das Ansetzen junger Zuchten wurde bereits S. 305 Bezug genommen.



Abb. 12. Ein *Aspergillus flavus* nahestehender Pilz, der fast regelmäßig aus abgestorbenen Termiten auswächst

Sicherungsmaßnahmen

Die Termiten finden als wärmebedürftige Insekten in der gemäßigten Zone unter natürlichen Verhältnissen keine Existenzgrundlagen, aber es ist zu bedenken, daß an vielen Orten der Mensch durch Anlage von dauernd unterhaltenen Zentralheizungen künstliches Tropenkleinklima geschaffen hat, das für die Entwicklung vor allem von weniger feuchtigkeitsbedürftigen *Calotermes*-Arten ausreicht. Vor mehreren Jahrzehnten sind tropische Ameisenarten eingeschleppt worden, z. B. die Pharao-Ameise *Monomorium pharaonis* und die argentinische Ameise *Iridomyrmex humilis*, die sich besonders in Großstädten in erschrecklicher Weise ausbreiten und nicht nur eine wirtschaftliche, sondern zugleich gesundheitliche Gefahr darstellen (vgl. Gösswald 1938 c und 1939 b). Über die

Möglichkeit der Einschleppung von Termiten gibt eine Mitteilung von WEIDNER (1942) Auskunft: „Neue Funde von Termiten in anderen Häusern derselben Straße Pilatus-pool lassen nun keinen Zweifel mehr, daß sich diese Termite in Hamburg eingebürgert hat." WEIDNER stellte u. a. eine Termitenkolonie im Holzwerk des Fensters einer Untergeschoßwohnung fest. Bei einem anderen Haus wurden zahlreiche Tiere in der Erde des Splitterschutzes gefunden, das Holz war schon sehr stark zerstört. Schließlich wurde eine individuenreiche Kolonie aus dem Holzwerk des Fensters einer Obergeschoßwohnung beseitigt. Andere Funde reichen bis vor das Jahr 1937 zurück. Wenn auch die Gefahr nicht übertrieben werden soll, so ist doch auf jeden Fall Vorsicht geboten. Die Termitenzuchten und Prüfungen müssen gegen das Entkommen der Tiere doppelt gesichert sein. In den Zuchten ist als Maßstab der Sicherheit die Verhinderung des Entkommens von geflügelten Tieren anzulegen. Alle Behälter müssen in sich sicher abgeschlossen und außerdem von einer zweiten, wenn möglich dritten Sicherung umgeben sein. Die zur Heranzucht kleiner Kolonien dienenden Standtuben, sind zunächst durch den Lackschutzanstrich der Korken bis zu einem gewissen Grad gegen das Entkommen der Termiten gesichert. Dann stehen die Standtuben in wassergefüllten Wannen (gleiche Größe wie im Termitenzuchtschrank), um ein Überlaufen etwa entkommener Termiten auf andere Versuche zu hindern. Der Brutofen selbst ist noch einmal durch dichtschließende Glastüren und darüber noch mit Metalltüren gesichert. Auf die Sicherung etwa vorhandener Lüftungs- und Abflußanlagen ist besonders zu achten. Geflügelte Imagines, auf die besonderes Augenmerk zu richten wäre, sind in diesen kleinen Zuchten zunächst nicht zu erwarten. — In Abständen von 8 bis 14 Tagen wird das Wasser in den Wannen erneuert, jeden Monat sind die Korken zu kontrollieren und nötigenfalls zu ersetzen. Die Holzklötzchen werden vierteljährlich geprüft, ob sie noch für längere Zeit hinreichend Nahrung bieten. Stark ausgefressene Holzstückchen fühlen sich hohl an. Zuchten in derart verbrauchtem Holz werden, wenn sie nicht anderen Zwecken dienen, rechtzeitig in die in Batteriegläsern zu haltenden mittelstarken Kolonien übergeführt. Solange die Termiten genügend zu fressen haben und die Zuchtverhältnisse optimal sind, besonders hinsichtlich der Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsverhältnisse, ist die Gefahr des Entweichens weniger groß.

Die mittelgroßen, in den Batteriegläsern, befindlichen Zuchten werden auf folgende Weise gesichert. Zunächst sind die Deckel gut aufgepaßt, so daß ein Entkommen der Termiten zwischen Glas und Deckel ausgeschlossen ist. Der Deckel wird in seiner Lage durch vier gleichmäßig verteilte Leukoplaststreifen festgehalten. Besonderes Gewicht ist auf das dichte Aufliegen der Metallgaze über dem Loch des Deckels zu legen. Hierzu wurden verschiedene Kittsubstanzen ausprobiert: Metallfix, Siegellack, Plastelin, Glaserkitt. Eine Schwierigkeit entsteht dadurch, daß die Metallgaze mit feuchtem Zellstoff bedeckt werden muß. Die meisten Kitt-

und Klebsubstanzen lösen sich unter der Einwirkung der Feuchtigkeit von der glatten Unterlage los. Am besten hat sich auf die Dauer guter Glaserkitt bewährt, wenn er nicht zu sparsam verwendet wurde. Gegen den Einfluß des Wassers wird der Kitt, nachdem er gut angetrocknet ist, einige Male mit Decklack bestrichen. Derart gesicherte Zuchten haben bisher (2 Jahre lang) zuverlässig gehalten. Gleichwohl werden auch diese Zuchten noch auf andere Weise zusätzlich gesichert Die Gläser stehen in stets wassergefüllten Zinkblechwannen oder Emaillewannen. Die Zinkblechwannen sind außen mit weißem und innen mit grauem Decklack mehrfach bestrichen. Die Wannen selbst stehen noch in abgeschlossenen Kammern eines unten beschriebenen Termitenzuchtschrankes. Bei den zur Aufnahme der Massenzuchten dienenden Glasaquariengläsern ist ebenfalls ein dichtes lückenloses Aufliegen der Deckel unbedingt erforderlich. Der aufgeschliffene Deckel wird auf allen Seiten durch Leukoplast-Querstreifen in der Lage festgehalten. Auf die 5 im Deckel befindlichen Lüftungslöcher sind, wie bei dem Batterieglasdeckel angegeben, Metallgazescheiben (Eisen gut verzinkt), Phosphorbronze oder Messinggewebe aufgekittet. Auch diese Zuchtbehälter stehen in den lackierten Zinkblechwannen, die wiederum stets mit Wasser gefüllt sind. Die Zinkblechwannen haben eine Länge von 55 cm, Breite von 45 und Höhe von 10 cm. Diese Wannen füllen gerade die Bodenfläche einer Kammer des in Abb. 13 dargestellten Termitenzuchtschrankes aus. In die nach unten aufklappbaren Türen, ferner in die Seiten- und Rückenwände ist zur besseren Durchlüftung feinste nichtrostende Metallgaze eingesetzt. Die Holzteile sind innen und außen mit Decklack mehrfach gestrichen, um den Termiten das Einnagen in das Holz zu erschweren. Alle etwa im Holz vorhandenen Spalten werden mit Kitt abgedichtet und mit Lacküberzogen. Vorteilhafter als Holz wäre Metall oder ein termitenfester Werkstoff, da immerhin die Gefahr besteht, daß nicht gut abgelagertes Holz unter der Einwirkung hoher Temperatur feine Risse bekommt, durch die die Termiten einen Ausgang finden. Jede Kammer ist für sich

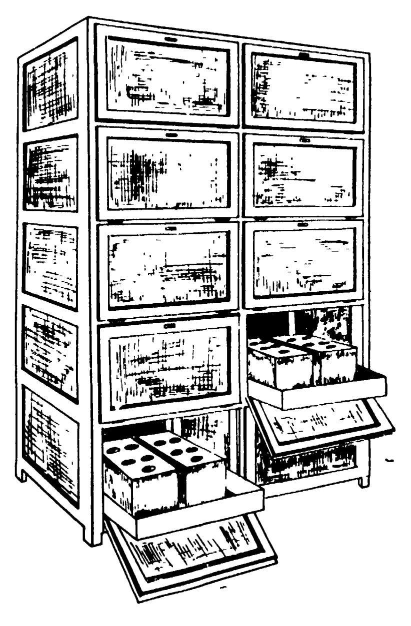


Abb. 13. Termitenzuchtschrank. Die im Bild schraffiert dargestellten Flächen bestehen aus engstmaschiger, verzinkter Metallgaze. Rückenwand und Querwand (innen) sind in gleicher Weise gebaut. Die aus Holz (besser wäre Metall) bestehenden Bodendecken und Rahmenteile sind mit Speziallack überzogen. Jede Kammer ist verschließbar. Die Zuchtbehälter stehen in wassergefüllten Zinkblechwannen, die ebenfalls lackiert sind. Maße vgl. Text
gez.: URSULA HARTWIG



Abb. 14. Blechwanne als Sicherheitseinrichtung beim Arbeiten mit Termiten

mittels Steckrundschlüssel verschließbar, damit die Sicherheit in allen Fällen gewahrt bleibt. Eine derartige Aufteilung in mehrere Einzelmassenzuchten ist aus biologischen und technischen Gründen zweckmäßiger als eine einzige entsprechend große Zucht. Ein in Abb. 13 dargestellter Termitenzuchtschrank, dessen Kosten rund 240 RM betragen, nimmt 20 Massenzuchten in Aquariengläsern bzw. 60 mittelgroße Zuchten in Batteriegläsern auf. Hierfür wird ein Platz von 127 cm Breite, 230 cm Höhe und 55 cm Tiefe benötigt. Der Raum kann durch einen elektrischen Ofen mit Thermoregulator gleichmäßig auf die gewünschte Temperatur gebracht werden. Mit 4 solchen ständig vollbesetzten Termitenzuchtschränken läßt sich ein Verbrauch von täglich 500 Termiten der Art *Calotermes flavicollis* decken. Besondere Vorsicht ist auch beim Herausnehmen der Termiten aus dem Holz geboten. Eine hierfür gebräuchliche Sicherheitseinrichtung ist in Abb. 14 dargestellt. Beim Spalten des Holzes und Herausnehmen der Tiere könnte es trotz aller Vorsicht geschehen, daß eine Termite abspringt. Daher die doppelte Sicherung durch Blechwannen auf dem Tisch und am Boden. Das verbrauchte kleingespaltene Holz, aus dem die Termiten ausgesucht sind,. wird nicht bis zum Verbrennen bei nächster Gelegenheit aufgehoben, sondern sofort sterilisiert. Ebenso werden Fraßstücke, die von den Termiten befallen worden sind, vor Versand oder Aufbewahrung in Sammlungen entwest.

Schluß

Auf Grund vorbereitender Versuche über die Lebensverhältnisse von Termiten, besonders über die verschiedenen Wege der Entstehung junger Termitenstaaten, werden Methoden zur Zucht von Termiten beschrieben. Die Entwicklungsmöglichkeiten junger, vollwertiger Kolonien aus isolierten Larven und Nymphen verschiedenen Alters werden besonders besprochen. Die Zuchten gehen aus von a) jungen Geschlechtstieren, b) alten, aus den Stammzuchten gewonnenen Geschlechtstieren, c) Ersatzgeschlechtstieren. Außer auf die Zuchtvorgänge und Zuchteinrichtungen wird auf Sicherungsmaßnahmen für die Zuchten und für das Arbeiten mit den Termiten Bezug genommen.

Wenn bereits jetzt nach dreijähriger Arbeit mit Termiten Methoden der Zucht bekannt gegeben werden, so geschieht dies, um mehrere, dringend an mich gerichtete Wünsche zu erfüllen und um mittels einer physiologisch einwandfreien Termitenzucht den Grund zu legen zur Bearbeitung der zahlreichen den Holzschutz und Werkstoffschutz betreffenden Probleme, nicht zuletzt um die Möglichkeit zu einem umfangreichen Studium dieser interessanten staatenbildenden Insekten zu bieten. Sicher sind noch viele Verbesserungen in der Durchführung der Zucht möglich. Über die Methoden von Mittelprüfungen habe ich in anderen Arbeiten berichtet (1942 u. 1943 a, b).

Schrifttum

Gösswald, K. (1932), Ökologische Studien über die Ameisenfauna des mittleren Maingebietes. Zeitschr. wiss. Zool. **142**, 1—156.

— — (1937 a), Richtlinien zur Dauermassenzucht der Kleidermotte *Tineola bisselliella* Hum. Mitteilungen der biologischen Reichsanstalt Land- u. Forstwirtschaft Berlin-Dahlem Nr. **55**, 205—208.

— — (1940), Die Massenzucht von Königinnen der roten Waldameise im Laboratorium Mitteil. Forstwirtsch. u. Forstwiss. 283—291.

— — (1937 b), Methoden zur Untersuchung von Ameisenbekämpfungsmitteln A Fraßgifte. Mitteil. Biolog. Reichsanst. Land- u. Forstwirtsch. Berlin-Dahlem Nr. **55**, 209—243.

— — (1938 a), Über den Einfluß von verschiedener Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Lebensäußerungen der Ameisen. I. Die Lebensdauer ökologisch verschiedener Ameisenarten unter dem Einfluß bestimmter Luftfeuchtigkeit und Temperatur. Zeitschr. wiss. Zool. **151**, 337—381.

— — (1938 b), Über den insektentötenden Pilz *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. Bisher Bekanntes und eigene Versuche. Arbeiten Biol. Reichsanst., Land- u. Forstwirtsch. **22**, 399—452.

— — (1938 c), Über die hygienische Bedeutung der Ameisen. Zeitschr. Hygien. Zool. **30**, 202—213 u. 264—269.

— — (1939 a), Richtlinien zur beschleunigten Heranzucht von Larven des Hausbockes *Hylotrupes bajulus* L. Nachrichtenblatt Deutsch. Pflanzenschutzdienst Nr. 3.

— — (1939 b), Über die Pharao-Ameise *Monomorium pharaonis* L. und ihre Bekämpfung. Zeitschr. Hygien. Zool. **31**, 129—149 u. 161—172.

— — (1941), Über den Einfluß von verschiedener Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Lebensäußerungen der Ameisen. II. Über den Feuchtigkeitssinn ökologisch

verschiedener Ameisenarten und seine Beziehungen zur Wohn- u. Lebensweise. Zeitschr. wiss. Zool. **154**, 247—344.

— — (1942), Einiges über die Zucht von Termiten und die Prüfung von Materialien auf Termitenfestigkeit. Der praktische Desinfektor **34**, 37—39 u. 47—50.

— — (1943 a), Methoden der Untersuchung von Termitonbekämpfungsmitteln. A. Prüfung von Materialien auf Termitenfestigkeit. Kolonialforstl. Mitt. **5**, 343—377.

— — (1943 b), Zur Prüfung von Vorbeugungs- und Bekämpfungsmitteln gegen Termiten. (Erscheint im Anzeiger für Schädlingskunde.)

GOETSCH, W. (1942), Wie entsteht ein Termitenstaat? Natur und Volk **72**, 3—10.

SCHLOTTKE, E. und BECKER, G. (1942), Verdauungsfermente im Darm der Hausbockkäfer-Larven. Biologia Generalis **16**, 1—11.

WEIDNER (1942), Weitere Funde von *Reticulitermes flavipes* Koll. in Hamburg. Bombus. Hamburg Nr. 20, Januar.

Einwirkung des Puppensammelns bei den verschiedenen Waldameisenarten[1])

(Aus dem Institut für Waldschutz Eberswalde)

Von

KARL GÖSSWALD

A. Einleitung

Das Puppensammeln wirkt sich von allen Eingriffen des Menschen in die Nester der roten Waldameise am schlimmsten aus. Die Nestplünderungen werden zwar aus Kreisen, die am Puppenhandel interessiert sind, immer wieder beschönigt und unter der Voraussetzung „fachgemäßer Durchführung" sogar als vorteilhaft für die Ameisen hingestellt. Aber die Tatsachen und jede wissenschaftliche Überlegung beweisen eindeutig das Gegenteil. In den letzten Jahren haben die Nestplünderungen derart zugenommen, daß 70 % des mir bekannten Bestandes der kleinen roten Waldameise vernichtet worden sind. Der Wald wird durch das Puppensammeln auf das schwerwiegendste geschädigt. Wer sich Eingriffe in Nester unseres nützlichsten Raubinsektes zu Schulden kommen läßt, beraubt den Wald eines erheblichen oft entscheidenden Teiles seiner Widerstandskraft gegen die Waldverderber. Die im Auftrage des Herrn Reichsforstmeisters zur Wiedergesundung des Waldes begonnene Massenvermehrung der roten Waldameise wird empfindlich durch das Puppensammeln beeinträchtigt, da in weiten Gebieten kaum noch ungestörte Nester der besonders nützlichen kleinen roten Waldameise für die Anlage neuer Kolonien vorhanden sind. Auch neu angelegte Nester sind wiederholt ausgeplündert worden.

Nachdem bereits vor kurzem der Vorgang des Puppensammelns und die Folgen des Puppenraubes auf die Nester dargelegt wurden (GÖSSWALD 1938, 1939a u. b), muß nunmehr im Interesse der deutschen Forstwirtschaft eindeutig zu den Vorwänden Stellung genommen werden, mit denen immer noch für das Puppensammeln geworben wird.

[1]) Ausgeführt mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

B. Einwirkung des Puppensammelns bei den verschiedenen Waldameisenarten

Die Rassenforschung hat bei der roten Waldameise dazu geführt, daß heute viele Vorgänge des Lebens und Alterns der Ameisenvölker in ganz anderem Licht erscheinen als früher (vgl. Gösswald 1941). Da das Puppensammeln so entscheidend in den Lebensablauf der Kolonien eingreifen kann, ist es eine dankbare Aufgabe, diesen Vorgang in seinen Einzelheiten unter Bezugnahme auf den neuesten Stand der Kenntnisse über Art- und Rassenunterschiede bei der roten Waldameise zu verfolgen. Zuvor seien zur Erinnerung an die Ausmaße des Puppensammelns einige Feststellungen aus vergangenen Zeiten zusammengefaßt.

I. Notizen über das Puppensammeln

Die Puppen der roten Waldameise, gewöhnlich als „Ameiseneier" bezeichnet, werden schon seit Jahrhunderten gesammelt. So schreibt z. B. Christ (1791, S. 492):

„Diese Puppen werden von dem gemeinen Manne uneigentlich Ameiseneier genannt, und sind bekanntlich die Speise der Fasanen, Nachtigallen und anderer Vögel. Sie halten sich nicht lange frisch und gut, sondern müssen in Backöfen gedörrt werden, wenn man sie auf den Winter aufbehalten oder weit versenden will. Ehe sie hernach gefüttert werden, pflegt man sie in warmer Milch oder Wasser aufzuweichen. — Man kann diese sognannten Ameiseneier des Jahres viermal aus einem Haufen ausheben, wenn der Ort ihrer Wohnung nicht zerstört wird. Mit Ausgang des Augustmonats gehen diese Eier zu Ende, und findet man nachher keine mehr. Die wenigen aber, die man noch findet, tragen die Ameisen nicht fort, wenn sie aus ihrem Haufen genommen werden, wie sie im Sommer tun, und achten solche nicht mehr. Ein merkwürdiger und deutlicher Beweis, daß sie die Natur wohl gelehrt hat, daß solche zur Bevölkerung Ihrer Kolonie nicht mehr tauglich seien, weil die Zeit vor Winter zu ihrem Wachstum zu gelangen, nicht hinreicht."

Die letzte Beobachtung über das Ende der Puppenentwicklung im August ist wohl zu sehr verallgemeinert. Die Entwicklungszeit kann örtlich und durch die Witterung bedingt in weiten Grenzen schwanken und bis Ende September reichen.

Die nachteiligen Folgen des Puppensammelns für den Wald wurden früh erkannt, wie aus nachstehender Verordnung (aus Hennert, 1798, Nachtrag 6) hervorgeht:

„... bereits unterm 5ten September 1792 ließ Se. Exzellenz der Minister, Herr Graf von Arnim, einen Befehl an die Kurmärkischen, Neumärkischen und Pommerschen Forstmeister ergehen, daß das Sammeln der Ameiseneyer und Zerstören der Ameisenhaufen in den Forsten bis auf weitere Verfügung unterbleiben sollte, welcher Befehl auch in den Hinterpommerschen Forsten ist erneuert worden. — Schon damals nahm man wahr, daß die Kiehnbäume im Raupenfraß, woran Ameisenhaufen waren, und solche isoliert standen, grün geblieben und von dem Raupenfraß verschont worden waren."

Die Methode des Puppensammelns wurde in den einzelnen Ländern verschieden gehandhabt. So berichtet z. B. Nördlinger (1869, S. 510/511):

„Manche Landleute nehmen die Ameisenpuppen (sog. Eier) aus den Haufen, um sie als Vogelfutter für Nachtigallen und dergl. zu verkaufen. (Man trägt den die Hauptmasse der Puppen enthaltenden Teil des Haufens auf einen reinen Weg oder gescheuerten Platz, auf dem man um den Haufen herum einige Vertiefungen gegraben und mit Zweigen oder dergl. bedeckt hat. Oder man macht die beschattete Vertiefung in die Mitte und schichtet den Haufen in deren Umfang auf. Die Ameisen tragen alsdann eiligst alle Puppen in die Vertiefungen, aus denen man sie nach einigem Zuwarten nur herauszunehmen braucht. Die Puppenernte kann nach Ratzeburg an demselben Haufen viermal im Jahre stattfinden. Man darf jedoch bei dem Geschäft wohl etwas Vorsicht beobachten, um nicht mit der bloßen Hand zu sehr in dem Haufen zu rühren, weil die Ameisensäure die Haut angreift und diese sich nachher leicht abschält.)"

Eine andere Methode ist im 17. Jahrgang der „Forstlichen Blätter" Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen, 1880, S. 30, beschrieben:

„Das Sammeln von Ameiseneiern wird nach der Provinzialzeitung von Wladimir in Rußland daselbst in großartigem Maßstabe betrieben. Die Bauern pachten dort auf 2—3 Jahre oder länger auf einer bestimmten Waldfläche das Recht zur Benutzung der Ameisenhaufen. Des Morgens früh fahren sie mit einem Handwagen hinaus, werfen mit einem Spaten die Ameisenhaufen in einen Sack und schütten sie, zurückgekehrt, auf einer Tenne aus. Nun wird ein Kranz von Erbsstroh rund herumgelegt, und wenn der Bauer gegessen und „nach der Gewohnheit der russischen Natur" sein Schläfchen gehalten hat, haben die Ameisen alle Eier sorgfältig unter das Stroh geschleppt. Alsdann werden auf einem Laken die Eier in der Sonne getrocknet. In 1½ Monaten sammelt der Mann für 120 Rubel und im Poprowsker Kreise wurden in den 2 Monaten dieses Geschäftsbetriebes von 7 Bauernschaften 25 000 Rubel damit verdient."

Erwähnenswert ist ferner eine Notiz aus Altum (Bd. III, 1876, 160/161):

„... waren es hauptsächlich folgende Momente, welche mich veranlaßt haben, diese Art von Erwerbszweig (womit seinerzeit die Stift-Admont'sche Casse um jährlich 4—5 fl. bereichert wurde), aus dem der Titel der forstlichen Nebennutzungen zu streichen, nämlich:

1. Die Nützlichkeit der Waldameise *(Formica rufa)* für den Wald im allgemeinen;
2. die Pflege des vorhandenen Auer- und Haselwildbestandes;
3. direkte und indirekte Förderung der durch das Vogelschutzgesetz erlassenen Bestimmungen, und endlich
4. das unter dem Deckmantel des Ameiseneier-Sammelns ermöglichte Herumstreifen Fremder oder Beschäftigungsloser im Walde und das dadurch ermöglichte Wildern, Pechkratzen usw.

Von der Großartigkeit des durch dieses Ameiseneier-Sammeln an der armen Waldameise begangenen Massenmordes kann man sich annäherungsweise eine Vorstellung machen, wenn man erwägt, daß man von hier aus alljährlich 50 bis 70 hl getrockneter Cocons in den Handel gebracht, und daß in Hinterwaldalpen zu dem Zweck eigene große Trockendarren erbaut worden waren, welche zum Teil jetzt noch bestehen, traurige Zeugen von Einst!

Ich habe durch Zählung die entsprechende Stückzahl zu ermitteln gesucht und gefunden, daß auf 1 hl 19 200 000 Stück Cocons gehen; es wurden daher alljährlich vertilgt 96—134,5 Mill. dieser nützlichen Tierchen, und verteilt sich dieser Massenmord auf circa 11 000 ha, oder für je einen Quadratmeter eine Ameise!

... und daß sie auch dankbare Freunde sind, das haben sie im abgelaufenen Jahre 1875 bewiesen gelegentlich des gegen den Borkenkäfer geführten Kampfes. —

Treulich und tapfer sind sie mir zur Seite gestanden als bewaffnete millionenköpfige Armeen; und die reiche Beute, welche sie in langen Colonnen in ihre Burgen schleppten, war nebst meiner aufrichtigen Dankbarkeit ihr wohlverdienter Lohn! —"

Nicht nur von forstlicher Seite, sondern auch durch berufene Ameisenforscher wird das Puppensammeln als besonders schädlich gebrandmarkt. Unter anderen hat FÖRSTER (1850) festgestellt, das die Nester der roten Waldameise bei Aachen fast gänzlich durch das Puppensammeln vernichtet worden sind. WASMANN (1909, S. 4) bemerkt zu den Folgen des Puppensammeln:

„Da die haufenbauenden *Formica*-Arten durch Vertilgung zahlreicher forst- und flurschädlicher Insekten hervorragend nützlich sind, dürfte es angezeigt sein, dieselben auch bei uns durch die Forstgesetze zu schützen gegen die Geldgier der Puppensucher. In einem Tannenwald bei Rudeskow (Nordseeland, Dänemark) sah ich im August 1908 eine Reihe mächtiger *rufa*-Haufen, welche bis auf einen schwach bevölkerten Haufen bereits sämtlich verödet waren. Dadurch war der Wald seines früheren Schutzes gegen viele forstschädliche Insekten, namentlich gegen Raupenfraß, entblößt worden. Nackte Eulen- und Spannerraupen und viele schädliche Käfer und Käferarten werden von den Waldameisen *(Formica rufa)* und ihren Verwandten *(pratensis, truncicola, sanguinea)* massenhaft als Beutetiere gesammelt und verzehrt. Gegen die Haarraupen der forstschädlichen Spinner bilden die Waldameisenkolonien, die mit ihren Heerstraßen ein Gebiet von Hunderten oder Tausenden von Quadratmetern durchziehen, wenigstens einen indirekten Schutz, da die Raupen auf ihren Wanderungen die Ameisenstraßen meiden. Forstleuten möge dies zur Erwägung dienen."

Schließlich sei noch die Stellungnahme von ESCHERICH (1941, S. 456) als Forstzoologe und Ameisenforscher hervorgehoben:

„Um so mehr sind die forstlich so wertvollen Ameisenvölker gegen die Eingriffe von seiten der Menschen zu verteidigen, wobei folgende Wege einzuschlagen sind:

1. Unaufhörliche Aufklärung der Öffentlichkeit über den hohen walderhaltenden Wert der roten Waldameise (durch Rede, Rundfunk, Flugschriften sowie Plakate, die an den Eingängen in die Wälder aufzustellen sind).

2. Besonders große, volksreiche Hügel können (nach dem Vorbild des bayerischen Forstamts Fürstenfeldbruck) mit einer Einfriedung aus Stacheldraht umgeben werden, die mit einer Warnungstafel versehen ist.

3. Strengste Anweisungen an das Forstpersonal, bei allen forstlichen Maßnahmen weitestgehende Rücksichten auf die Erhaltung der vorhandenen Ameisen zu nehmen. Und

4. als ultimo ratio rücksichtslose Anwendung der zum Schutze der Ameisenkolonien bestehenden Gesetze. — Der größte Schaden erwächst den Ameisenvölkern in der Hauptsache durch das Puppensammeln. Mit Recht schiebt GÖSSWALD (1939) dem Puppensammeln die Hauptschuld an der Ausrottung der roten Waldameise zu."

Von Bedeutnng ist ferner der Zusammenhang der Verbreitung von Ameisen und Vögeln.

LAUROP (1819, Bd. V, S. 46) bemerkt hierzu richtig, daß das Fehlen der Ameisenhaufen mit eine Ursache dafür ist, daß manche Vogelarten in den Nadelwäldern weniger häufig vorkommen. HESS (1848,

S. 248) weist darauf hin, daß durch die Ausrottung der roten Waldameise zugleich die Vogelwelt mit betroffen wird:

„Aus diesen Gründen gebührt ihnen vollständiger Schutz; leider wird ihnen aber — wegen der sogenannten Ameiseneier (Ameisenspiritus) — sehr nachgestellt. Der hierdurch verursachte Schaden ist um so größer, als hierdurch nicht nur die Ameisen vermindert, sondern auch die nützlichen Vögel, welche deren Puppen eifrig nachstellen, beeinträchtigt werden."

Diese Festsellung von Hess stimmt mit meinen Beobachtungen überein, nach denen in einem bisher ameisenfreien reinen Kiefernaltwald, in dem seit 1939 die rote Waldameise massenhaft vermehrt wird, der Vogelbestand auffallend herangewachsen ist. Somit würde mit der Vermehrung der Ameisen zugleich der Vogelbestand in sehr wünschenswerter Weise angereichert werden, wenn die zunächst auf einen Ameisenversuchswald in der Schorfheide sich beziehende Beobachtung andernorts bestätigt wird. Meisen wurden beim Fressen von Ameisen auf den Bäumen und von Puppen und Larven auf den Ameisenstraßen beobachtet. Diese kleine Einbuße ist für die Millionenvölker der Ameisen nicht wesentlich, während sie für die Vögel eine das Wachstum sehr fördernde konstant zur Verfügung stehende Nahrungsquelle darstellt.

II. Das Puppensammeln und der Lebensablauf von Kolonien der roten Waldameise

Folgende Gründe werden für das Puppensammeln vorgebracht:

1. Sämtliche Ameisenarten neigen „zu einem stark ausgeprägten Genuß- und Faulenzerleben". Diese Ansicht wird noch weiter bekräftigt:

„Oft greift die Natur in ihrer Zweckmäßigkeit dadurch von selbst ein, daß sie die Ameisen durch äußere Eingriffe aus ihrem Schlemmerleben aufrüttelt und zur Abwehr und gesteigerten Tätigkeit zwingt." — „Besonders der Grünspecht und der Schwarzspecht, die Ameisen und Ameisenpuppen gerne fressen, verstehen es, sich mit Hilfe ihrer kräftigen Schnäbel zum Inneren der Ameisenhaufen Zutritt zu verschaffen und die Ameisenvölker hierdurch aufzurütteln. Und es ist Tatsache, daß die Ameisenhaufen, die von den Spechten am meisten aufgesucht werden, den regsten Betrieb zeigen."

Dann wird der Puppensammler als Ersatz für den Specht angepriesen::

„Doch diese beiden Spechte sind in der Natur nicht sehr häufig und können infolgedessen auch nicht überall das ‚Aufpulvern' der Ameisenvölker vornehmen. Hier leistet nur der Ameisenpuppensammler gute Dienste, vorausgesetzt, natürlich, daß er sachgemäß vorgeht." (Zitate aus Feldkirchner, 1942, nach einem Artikel von Reepel, 1939.)

Den durch ihre Emsigkeit sprichwörtlich gewordenen Ameisen und speziell der roten Waldameise wird also, um das Puppensammeln auf irgendeine Weise beschönigen zu können

1a) Trägheit und 1b) Naschhaftigkeit unterstellt. Weitere dieser gesuchten Gründe sind:

2. Das Puppensammeln bewirkt eine Aufteilung und Vermehrung des Ameisenbestandes.

3. Die Vermoderung des Nestmaterials wird durch das Auflockern der Nester beim Puppensammeln verhindert.

4. Die nicht abgesammelten steilen Nester werden häufiger vom Wild, besonders von den Sauen, angefallen als die durch das Sammeln abgeflachten.

5. Die nicht berührten Nester sterben aus, während die abgesammelten am Leben bleiben.

6. Der Puppensammler sorgt dafür, daß der steile Bau der Nester erhalten bleibt, damit das Regenwasser ablaufen kann.

7. Am Puppenreinigungsplatz entstehen aus den hier zusammenkommenden Ameisen sogar neue Nester.

Diese für das Sammeln von Ameisenpuppen vorgebrachten Gründe gehen zum Teil von falschen Voraussetzungen aus, zum Teil stehen sie zueinander im Widerspruch. Besondere Beachtung verdient der Einwand, daß „fachgemäßes Sammeln" nicht schadet. Die Berufssammler sollen so von den „wilden Plünderern" unterschieden werden. Ich habe aber noch nie einen Ameisenbestand gefunden, bei dem das Puppensammeln, gleich welcher Art, nicht erheblich geschadet hätte. Die Geldgier dieser Leute ist so groß, daß sie sich gar nicht bezähmen können. Und wenn sie zum Schein eine Anzahl Nester schonen, um diese bei Kontrollen als Beleg für die Unschädlichkeit ihres Tuns vorzeigen zu können, dann werden erfahrungsgemäß entlegenere Nester um so mehr ausgeplündert. Wird aber die Sammelerlaubnis aus wohlberechtigten Gründen von den Forstämtern versagt, dann besteht immer noch die Möglichkeit, von dem Besitzer eines kleinen Privatwaldbestandes, auf dem vielleicht einige Nester liegen, einen Sammelschein zu erhalten. Damit ist dann ein Stützpunkt für die Fortführung der Plünderungen in weiter Umgebung gewonnen; beim Abliefern der Puppen kann zudem ein Berechtigungsschein vorgelegt werden.

Die Beweisführung der Sammler für die Unschädlichkeit und sogar Notwendigkeit ihrer Tätigkeit ist derart gesucht, daß sie ohne weiteres zu durchschauen ist. Sie darf aber gleichwohl nicht ohne Erwiderung bleiben, weil sie sonst noch den Schein des Rechtes beanspruchen könnte. Zunächst wird in einigen Arbeiten der Nutzen der roten Waldameise herabgesetzt, damit das Interesse an ihrem Schutz erlahmen soll. Hierzu erübrigt sich eine weitere Stellungnahme, da der Nutzen der roten Waldameise in den maßgebenden Kreisen über jeden Zweifel erhaben ist. Dann wird den Ameisen Trägheit und Naschhaftigkeit angedichtet, aus dieser Erwägung die für die Ameisen allgemein als schädlich bekannte Tätigkeit des Spechtes einfach als nützlich dargestellt, um schließlich dazu übergehen zu können, daß der „besorgte" Puppensammler als „Ameisenfreund" die nicht überall hinreichende Tätigkeit des Spechtes ergänzen muß. So ist auf einmal das Puppensammeln gar nicht mehr schädlich, sondern nütz-

lich für die Ameisen. Wie wenig diese Beweisführung zutrifft, soll im folgenden dargelegt werden.

Zu 1a). Der Vorwurf der Trägheit für die Ameisen ist unerklärlich. Ich habe die Ameisen fast stets in eifriger Tätigkeit gefunden, die sogar bis in die Nacht anhalten kann. Der Eindruck der Trägheit kann höchstens erweckt werden, wenn sich die Tiere im Frühjahr nach der Überwinterung zu dichten Klumpen auf der Nestoberfläche zusammengeballt sonnen. Dieser Vorgang ist eine physiologische Notwendigkeit. Ferner kommt es vor, daß sich die Ameisen nach kalten Frühjahrstagen wieder zu dem Zweck der Sonnung auf dem Nest aufhalten. Außerdem traf ich die Ameisen unmittelbar vor dem Ausbruch von Gewittern ohne die gewohnte Tätigkeit auf der Nestoberfläche an. Sie befinden sich dann im Alarmzustand und wippen aufgeregt hin und her. Aber dieser Zustand hat wohl ebenfalls seine Bedeutung. Die Folge davon ist nämlich die, daß keine oder fast keine Ameise mehr bis nach Abbruch des Gewitters das schützende Nest verläßt. — Eine Trägheit der Ameisen läßt sich also nicht begründen. Daß nun gerade der Specht herhalten muß, um die Ameisen als Wohltäter ihrer Völker „aufzupulvern", ist nicht sehr geschickt als Argument für das Puppensammeln gewählt. Denn der Specht gilt neben dem Dachs als der größte Schädling unter den natürlichen Nutznießern der Ameisen. Die Nester können durch den Specht erheblich geschwächt werden (vgl. Gösswald 1940). Allerdings läßt sich denken, daß die vom Specht aufgesuchten Nester belebter und lebhafter sind als andere. Denn erstens wird der Specht da eingreifen, wo möglichst viel zu holen ist, und das sind die dicht bevölkerten Kolonien. Diese Kolonien sind an sich belebter. Zweitens machen die durch Eingriffe des Spechtes gereizten Ameisen zusätzlich einen lebhafteren Eindruck. Eine ähnliche Wirkung auf die Gereiztheit der Ameisen üben z. B. manche Mitbewohner aus, wie etwa das Stutzkäferchen *Hetaerius ferrugineus* bei *Formica fusca gagates* (vgl. Gösswald 1932 S. 50 und 1934/1935, S. 133).

Abgesehen von dem nicht unerheblichen Verbrauch von Ameisen besonders im Winter, schadet der Specht den Ameisen dadurch, daß er zufolge Anlage tiefer Gänge, die bis zum Kern des Nestes reichen, den Wärmehaushalt empfindlich stört. Die Ameisen sind gezwungen, zur Wiederherstellung ihres vom Specht zerstörten Nestes zusätzlich Arbeitskraft aufzuwenden, die dem Nahrungserwerb und der Brutpflege verloren geht. Der Schaden, den der Specht im kleinen anrichtet, wird vom Puppensammler im großen Umfang verübt.

Zu 1b). Mit der „Genußsucht" der roten Waldameise hat es folgende Bewandtnis. Als Beispiel für genußsüchtige Ameisen wird die blutrote Raubameise *Formica sanguinea* erwähnt, die

„sich einen Käfer hält, der ein starkes Narkotikum spendet, den bekannten großen Büschelkäfer und diesem Rauschgift derart verfällt, daß die Bauten, in

denen der große Büschelkäfer vorhanden ist, langsam aber sicher veröden und schließlich aussterben. Auch die Schwarzbraune Waldameise neigt infolge ähnlicher Naschhaftigkeit zur Trägheit." (REEPEL, 1939, nach FELDKIRCHNER, 1942.)

Mit dem großen Büschelkäfer ist wohl *Lomechusa strumosa* gemeint. *Lomechusa strumosa* ist, wie richtig bemerkt wird, bei *F. sanguinea* sehr häufig, bei *F. rufa* dagegen sehr selten. Die Folge der Anwesenheit dieses Käfers ist bei den *Formica*-Arten die Aufzucht von Pseudogynen, das sind krüppelhafte Zwischenformen von Weibchen und Arbeiterinnen. Ihre Entstehung wird nach der Pseudogynentheorie von WASMANN so erklärt, daß die Ameisen ursprüngliche Weibchenlarven zu Arbeiterinnen umzuzüchten versuchen als Ersatz für die durch *Lomechusa* hervorgerufenen Ausfälle von Arbeitskräften. Nach HÖLLDOBLER und GÖSSWALD (GÖSSWALD 1935, S. 280) ist die Verkrüppelung auf toxische Einwirkung der Käferlarve zurückzuführen. Die Käferlarve wird von den Ameisen wie die eigene Brut gepflegt, obwohl sie sich an dem Ameisennachwuchs gütlich tut. Dieser Vorgang und Zusammenhang wird von den Tieren sicher gar nicht beachtet. Eine Genußsucht im menschlichen Sinn, so daß die Leistungsfähigkeit merklich darunter leidet, läßt sich daraus auch nicht ableiten.

Zu der Einwirkung des Puppensammelns auf solche, für den Gesamtbestand der roten Waldameise harmlosen Symphilen läßt sich folgendes sagen: Erstens dürfte der Büschelkäfer den wenigsten Sammlern bekannt sein. Er ist zudem im Nest der roten Waldameise kaum einmal zu sehen. Ich kenne bisher nur einen Fundort bei der roten Waldameise bei Krippen im Elbsandsteingebirge und einen in der Schorfheide bei Marienwerder. Bei *F. sanguinea* dagegen sind viele befallene Nester bekannt. Bei Krippen waren mir die Pseudogynen in einer übrigens gut bevölkerten Kolonie der kleinen roten Waldameise aufgefallen. Zweitens muß ein praktischer Erfolg der Sammler hinsichtlich eines Absammelns des Büschelkäfers wegen dessen Seltenheit bestritten werden. Dagegen könnte ein den Ameisen zufolge seiner Lebensweise aufgezwungener Einmieter von den Sammlern bekämpft werden. Das ist der Vierpunktkäfer *Clytra quadripunctata*, dessen Larven in einem Gehäuse leben, so daß ihm die Ameisen nichts anhaben können. Der Käfer verzehrt, wo er zu hunderten vorkommt, einen erheblichen Teil der jungen Ameisenbrut. Die Ameisen reagieren auf starken Käferbefall mit Verlassen des Nestes. Während die Larven des oben erwähnten Büschelkäfers bei Umzügen wie die eigene Brut mitgetragen werden, bleiben die *Clytra*-Larven im Nest zurück. Die länglich ovalen roten Käfer (mit 4 schwarzen Punkten) schlüpfen überwiegend im Frühjahr. Sie halten sich zu dieser Zeit auf der Nestoberfläche auf und können dann leicht entfernt werden. Die Gefahr kann aber auch auf natürlichem Weg behoben werden durch eine parasitische Mutillide, die im Larvengehäus die Larve bzw. Puppe aufzehrt. Dieser Parasit heißt *Smicromyrme montana* Pz. f. *nigrita* Gir. (= *schenki*

Schmiedekn.) vgl. Gösswald 1932 und 1934/35). Ich hatte Gelegenheit in einem stark von *Clytra quadripunctata* befallenen Gebiet die Tätigkeit eines Puppensammlers seit 1939 zu verfolgen. Die ausgeplünderten Nester wurden restlos ausgerottet, während in entlegenen unberührten Nestern die Ameisen sich vor den schädlichen Nestbewohnern (Synechtren) durch Abwandern retten konnten. Von einer positiven Wirkung des Puppensammelns war also nichts zu merken und das ist auch naheliegend, weil ein Schadfaktor durch einen zweiten größeren nicht in seiner Wirkung aufgehoben, sondern eher vervielfacht wird.

Zu 2. Die Beobachtung über die Aufteilung der Nester als Folge des Puppensammelns ist richtig, und zwar teilen sich die Nester mehr als unter natürlichen Verhältnissen auf; eine Vermehrung des Ameisenbestandes ist jedoch nicht damit verbunden, sondern eine erhebliche Beeinträchtigung. Die Ameisen suchen nur neue Stubben als Wohnplatz aus, um den wiederholten Störungen zu entgehen. Diesbezügliche Versuche haben folgendes ergeben. Eine starke Aufteilung findet bei der kleinen roten Waldameise, die im Besitze vieler Königinnen ist, nach wiederholten schwachen Störungen oder nach einmaligem besonders schädigendem Eingriff statt. Bei der großen roten Waldameise, deren Kolonien stets nur über ein Nest mit jeweils einer einzigen Königin verfügen, wurde keine Aufteilung festgestellt. Die Arbeiterinnen der kleinen roten Waldameise pflegen sich nach empfindsamer Störung auf einige in der Umgebung befindliche Stubben zu verteilen. Sie beginnen hier mit dem Auswurf von feinen Holzspänen und Erde und schleppen Nestmaterial herbei. Ein Teil der Königinnen, Brut und Arbeiterinnen wird in das neue Nest verfrachtet. Liegt nun die Kolonie an einem schattigen Standort, dann schließen sich alle oder die meisten wieder zu einem Nest zusammen. An gut besonntem Standort bleiben mitunter besonders vorteilhaft gelegene Ableger erhalten. Nach weiteren Störungen tritt eine immer weiter um sich greifende Aufspaltung ein. Werden die Nester jedoch sehr schonend behandelt — was nach meinen Beobachtungen in der Umgebung Berlins niemals der Fall war —, dann bleibt der Bestand der Kolonie annähernd erhalten. Die natürliche Vermehrung der Kolonie unterbleibt. Der in der Praxis häufigste Fall ist jedoch der daß die Kolonie restlos ausgerottet wird. Als Beispiel erwähne ich eine bei Prenden unter Kontrolle stehende Kolonie. Diese bestand 1938 aus 20 mittelstarken Nestern; sie hatte 1939 weitere 10 mittelstarke Nester gegründet; in dem Jahre 1940 wurde diese Kolonie von einem behördlicherseits zugelassenen Sammler ausgeplündert. Daraufhin fanden zwar noch einige Aufteilungen statt. Das Ameisenmaterial reichte jedoch nicht aus, um die Neugründungen am Leben zu erhalten. 1942 sind von 30 mittelstarken Nestern nur noch 5 mäßig entwickelte vorhanden.

Der natürliche Vorgang der Aufteilung ist nun folgender: Die Neugründung eines Nestes ist die Folge einer sich mit der Zeit ein-

stellenden Übervölkerung, die besonders bei der Nachzucht vieler Königinnen eintritt. Die Übervölkerung artet nun nicht, wie unter 1a) angenommen in Trägheit aus, sondern führt zu einer natürlichen Aufspaltung. Statt vieler Stubben werden nur wenige oder zunächst nur ein einziger neu besetzt. Diese natürlichen Ableger sind in wenigen Tagen so umfangreich wie das Stammnest. Bei einer ungestörten Kolonie, die 1941 aus 20 mittelstarken Nestern bestand, wurden 1942 10 Neugründungen festgestellt, die sämtlich das Ausmaß des Stammnestes erreichten und ausnahmslos am Leben blieben.

Der Unterschied zwischen Störungs- und Naturaufteilung der Nester wirkt sich physiologisch folgendermaßen auf das Nest aus: Bei der Störungsaufteilung verfügt der Ableger nicht über eine hinreichende Zahl von Ameisen. Infolgedessen fehlt die für das Gedeihen der Brut vorteilhafte Nestwärme. Hinsichtlich des Arbeitspotentials der Ameisen muß zusätzlich und vielfach völlig nutzlos die Arbeitskraft mit dem Ausbau der Stubben und dem Herbeitragen von Nestmaterial, Umbetten der Brut usw. vertan werden, statt für den Nahrungserwerb und die Aufzucht der Brut verwendet zu werden. Damit geht ein erheblicher Teil der Leistungsfähigkeit der roten Waldameise auch für den Forstschutz verloren. Vorausgesetzt, daß weitere Störungen nicht mehr staftfinden, und die Ameisen nicht völlig ausgerottet werden, vergehen Jahre, bis nach allmählichem Heranwachsen des Nestes und nach Zusammenschluß der meisten Nester, sich wieder die zum Gedeihen der Brut erforderliche Nestwärme einstellt. Bei den sich von selbst bildenden Naturzweignestern ist der Bevölkerungs- und damit der Klimahaushalt in wenigen Tagen ausgeglichen. Gerade bei einer Aufteilung von Nestern müssen demnach viele Ameisen mit Königinnen und Brut vorhanden sein. Die durch das Puppensammeln verursachte Störungsaufteilung ist also eine unnatürliche, ungesunde und für den Wald nachteilige, auch dann, wenn die Nester nicht, wie in den meisten Fällen, aussterben.

Nebenbei sei erwähnt, daß zwecks Kolonievermehrung die Aufteilung von Nestern wohl künstlich durch Störung angeregt werden kann. Aber dann darf den Nestern kein Ameisenmaterial entnommen werden. Die neugebildeten Zweignester müssen vielmehr baldigst je 200—500 junge entflügelte Weibchen erhalten. Die Zugabe der Königinnen hat zur Folge, erstens, daß die Zweignester zumeist erhalten bleiben und sich nicht wieder zusammenschließen, zweitens wird ein bedeutend schnelleres Heranwachsen des Nestes bewirkt.

Zu 3. Die Vermoderung nicht abgesammelter Nester wird folgendermaßen begründet: es konnte festgestellt werden,

„daß Ameisenbaue, welche nie angerührt wurden, innen verwachsen, durch und durch hart werden, verschimmeln und einen modrigen Geruch verbreiten, was den Ameisen das Verbleiben in denselben verleidet. Ferner ist infolge der

Verhärtung des Baues das Volk in seinen Bewegungen mit dem Hin- und Hertragen der Eier und Puppen stark behindert, wird mit der Zeit faul und die Vermehrung geht zurück. Auch ist erwiesen, daß, wenn die Haufen eine entsprechende Größe erreichen, die Tätigkeit der Vermehrung eine ganz minimale oder ganz eingestellt wird." (FELDKIRCHNER, 1942.)

Hier wird offensichtlich Ursache und Wirkung miteinander verwechselt. Die Fragestellung lautet: Warum werden bestimmte Ameisennester nicht von den Puppensammlern angerührt? Erfolgt die Vermoderung der Nester zufolge Übersehens durch den Puppensammler oder ist es nicht wahrscheinlicher, daß der Sammler aus Zweckmäßigkeitsgründen handelt und manche Nester deswegen übergeht, weil das Volk überaltert ist, so daß sich ein Wegnehmen der Puppen nicht lohnt. Oder handelt es sich um eine Waldameisenart, bei der das Puppensammeln besonders schwierig ist? Es ist doch nicht anzunehmen, daß der Sammler in seinem Beobachtungsgebiet manche Nester grundlos unberührt läßt. Zur letzten Frage nach einer Waldameisenart, bei der das Puppensammeln weniger lohnend ist, wird unter 4. Stellung genommen. Hier sei der Vorgang des Vermoderns besprochen: Das von den Ameisen zusammengetragene Nestmaterial bildet einen ausgezeichneten Nährboden für niedere Pilze. Wenn gleichwohl in gesunden, dichtbevölkerten Nestern die Verpilzung unterbleibt, so ist das auf den Einfluß der Ameisen zurückzuführen, und zwar erstens auf ständige mechanische Störung des Pilzwachstums infolge der Bewegung dichtgedrängter Ameisenmassen und zweitens vermutlich durch Einwirkung der Ameisensäure. Sobald jedoch die Bevölkerungdichte im Nest nachläßt, oder das Volk gar ausstirbt, bekommen die Pilze die Oberhand und durchwuchern schließlich das ganze Nest. Nicht der Modergeruch vertreibt die Ameisen, sondern die Verpilzung und somit der Modergeruch sind eine Folge des Fehlens der Ameisen. Diese Tatsache läßt sich sehr gut beweisen, wenn ein Ameisenvolk im Sommer zwei Nester und zur übrigen Zeit nur ein Nest bewohnt. Solche Fälle kommen bei der kleinen roten Waldameise vor. Im Frühjahr macht das Sommernest einen gänzlich vermoderten Eindruck, nicht eine einzige Ameise befindet sich darin. Sobald nun die Brut in dem Stammnest derart angereichert ist, daß der Platz nicht mehr ausreicht, wird das Sommernest mit besetzt, der Modergeruch hält die Tiere nicht im geringsten ab und in wenigen Tagen ist von der ursprünglichen Verpilzung nichts mehr zu sehen. Demnach kann also die Vermoderung nicht eine Ursache für das Aussterben der Nester sein, sie ist vielmehr eine Folgeerscheinung des Aussterbens. Auch die Verhärtung des Baues schadet den Ameisen nicht. Die Verhärtung der äußeren Nestdecke wird vielmehr von den Ameisen im Spätherbst selbst als Schutz des Nestes vor Witterungseinflüssen herbeigeführt und hält oft noch weit in das Frühjahr an, während in belebten Nestern im Sommer an heißen Tagen die Nestdecke zwecks besserer Durchlüftung geöffnet und gelockert

wird. Die Verhärtung im Innern des Nestes erfolgt durch Verfilzung mit feinen Wurzeln. Die Ameisen nagen ihre Kammern in den härtesten Stubben. Es ist daher unangebracht, anzunehmen, daß sie sich durch die teilweise selbst herbeigeführte Verhärtung des im allgemeinen sehr lockeren Oberbaues im Umbetten der Brut behindern lassen. Die allmähliche Verfilzung ist vielmehr ein sehr zweckmäßiger Vorgang zur Anlage gefestigter Nestkammern an Stelle des lockeren nachrollenden Nestmaterials und manche Ameisenarten bedienen sich sogar eines besonderen Pilzes, um eine Härtung dünner Nestwände herbeizuführen (vgl. Gösswald 1932, S. 64). Das Nestinnere ist so, wie es von den Ameisen angefertigt wird, ein wohlgeordnetes System, das einmal der Erzeugung eines eigenen Klimahaushaltes und sodann der Lagerung der Brut dient. Durch feine empfindsame Veränderungen der Nestdecke und Umlagerungen der Brut erhält jedes Entwicklungsstadium die ihm zusagende besondere Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Durch das Aufreißen der Nester beim Puppensammeln aber wird dieses feine Gefüge des Nestes zerstört. Es dauert lange Zeit, bis die Ameisen wieder Ordnung im Nest und damit einen ausgeglichenen Klimahaushalt hergestellt haben. Aus den Darlegungen geht also hervor, daß einerseits das Vermodern der Nester gar nicht durch das Puppensammeln verhindert wird, da die in Vermoderung begriffenen Nester nicht abgesammelt werden und daß andererseits das Aufreißen der nicht modernden, belebten Nester schwerwiegende Nachteile für den Klimahaushalt des Nestes zur Folge hat.

Zu 4. Immer wieder wird von Sammlern behauptet, daß gerade die von ihnen aufgerüttelten Nester am Leben bleiben, während für unberührte Haufen erwiesen ist, „daß, wenn die Haufen eine entsprechende Größe erreichen, die Tätigkeit der Vermehrung eine ganz minimale oder ganz eingestellt wird. Solche Baue sterben aus“. Die Feststellung, daß gerade die nicht abgesammelten Nester aussterben, ist richtig. Aber diese Nester sterben nicht deshalb aus, weil sie nicht abgesammelt und nicht „aufgerüttelt“ worden sind, sondern weil es sich um Nester einer Waldameisenart handelt, die zufolge ihrer Lebensweise eine beschränkte Lebensdauer hat, im Gegensatz zu den anderen Waldameisenarten, deren Kolonien potentiell unsterblich sind. Wie kommt es nun, daß der Sammler gerade die Nester der kurzlebigen Kolonien in der Regel verschont? Die Kolonien der großen roten Waldameise, die zumeist hohe steile Kuppeln baut, bleiben von den Sammlern nicht mit Rücksicht auf die Ameisen, sondern aus folgenden Gründen unangetastet: Die große rote Waldameise *Formica rufa rufa* ist erstens besonders bissig. Sie hat zweitens verhältnismäßig wenig Puppen, dagegen sehr viel Nestmaterial, vor allem im Nestinnern groben „Spruck“. Daher führt diese Art unter den Sammlern den Namen „Sprucker“, auch „Falsche Mirre“, weil sie große Nester aber wenig Ameisen und Brut besitzt. Als dritter Nachteil kommt für die Sammler hinzu, daß die Arbeiterinnen der großen roten Waldameise sich auf dem

Puppenreinigungsplatz nicht mit koloniefremden Ameisen vertragen und die Puppen nicht mit den andern Ameisen in die Fanggruben zusammenschleppen. Diese Schwierigkeit des Puppensammelns fällt deshalb besonders ins Gewicht, weil die Kolonien der großen roten Waldameise stets nur über ein einziges Nest verfügen. Der Grund für das Nichtausplündern gewisser Nester ist also der, daß in Nestern der großen roten Waldameise nicht nur die Ausbeute geringer, sondern auch das Gewinnen der Puppen viel schwieriger ist, als bei der mittleren oder kleinen roten Waldameise. Nun bleibt noch die Ursache des Aussterbens gerade der unberührten Nester der großen roten Waldameise zu erklären: Die Nester der großen roten Waldameise besitzen nur eine einzige Königin. Das hat eine geringere Bevölkerungsdichte (für die Sammler geringere Ausbeute) und eine beschränkte Lebensdauer zur Folge. Mit dem Tod der einzigen Königin stirbt die Kolonie aus. Die Nester der mittleren roten Waldameise besitzen einige Königinnen, die der kleinen roten Waldameise manchmal über 5000 Königinnen. Dabei werden immer wieder junge Königinnen dazu aufgenommen, so daß die Kolonie nicht ausstirbt. Von den Arbeiterinnen der großen roten Waldameise werden alle jungen Weibchen, die nach der Begattung im Bereich des Nestes geblieben sind, abgetötet. Während also die Kolonien der mittleren und kleinen roten Waldameise theoretisch zufolge ihres Königinnenreichtums, der ständig ergänzt wird, eine unbegrenzte Lebensdauer haben, fallen gerade die von den Sammlern aus Zweckmäßigkeitsgründen verschonten Nester der großen roten Waldameise dem natürlichen Alterstod anheim.

Zu 5. Zur Behauptung, daß die nicht abgesammelten Nester häufiger vom Wild, besonders von den Sauen angefallen werden, als die abgesammelten, ist folgende Erklärung wahrscheinlich: Die in der Regel verschonten Nester der großen roten Waldameise sind gerade zufolge ihrer Individuenarmut oft besonders dicht mit den engerlingsartigen Larven des Rosenkäfers *Cetonia* besetzt, vor allem gegen das Lebensende der Kolonie. Nun werden gerade die engerlinghaltigen Nester mit Vorliebe von Sauen, von Fuchs, Specht und Dachs durchgewühlt. Außerdem ist die große rote Waldameise als Art, die in besonders schattige Wälder und Gebiete mit hohem Graswuchs vordringt, am häufigsten im Wohnbereich der Sauen verbreitet, so daß sich auch aus diesem Umstand eine größere Gefährdung für diese Ameise ergibt.

Zu 6. Die Behauptung, der Puppensammler sorge dafür, „daß der Bau wieder in seine ursprüngliche Kegelform zurückgebracht wird, damit bei Regen das Wasser ablaufen kann“ (Feldkirchner 1942), muß ebenfalls berichtigt werden. Erfahrungsgemäß gehen die von den Puppensammlern öfter heimgesuchten Nester allmählich von der Kuppelform in eine Kraterform über, sogar der Stubben verschwindet in den meisten Fällen und

schließlich bleibt ein ausgestorbener Krater mit ringsum besonders üppigem Graswuchs als Nestrelikt. Bei den gestörten Nestern dagegen, deren Bewohner auf natürlichem Weg ausgestorben sind, bzw. zwecks Anlage eines neuen Nestes das alte verlassen haben, bleibt durch mehrere Jahre hindurch ein Hügel erhalten. Ferner trifft die Ansicht, daß der Kuppelbau zum Ablaufen des Regens dient, nicht das Richtige. Der Kuppelbau verfolgt vielmehr den Zweck einer Vergrößerung der Nestoberfläche, um mehr wärmende Sonnenstrahlen aufzufangen. Je schattiger der Standort ist, desto steiler wird daher die Kuppel gebaut, um die geringfügige Besonnung durch Vergrößerung der Besonnungsfläche auszugleichen. Die rote Waldameise ist eine arktische Art. Das Bewohnen des Waldes wurde in dem rauhen Klima nur durch den Zusammenschluß besonders vieler Individuem und durch die Form des Kuppelnestes möglich. Dadurch entsteht ein eigener, für das Gedeihen der Brut erforderlicher Klimahaushalt, so daß z. B. im Frühjahr bei Frostwetter die Nestwärme Tag wie Nacht über 25 ° C betragen kann. Nur sehr dicht bevölkerte Nester verfügen über diese Eigenwärme. Das Wichtigste ist also eine hohe Populationsdichte; diese aber wird durch das Puppensammeln in Frage gestellt. Für eine hinreichend große Zahl von Ameisen ist es keine Schwierigkeit, in wenigen Tagen das Material zum Kuppelbau zusammenzutragen. Dazu benötigen die Tiere keine fremde Hilfe. Wenn aber durch ständiges Ausplündern immer mehr Nestmaterial zusammen mit Ameisen und Ameisenbrut verschwindet, und der Klimahaushalt gestört wird, so daß schließlich keine Jungameisen mehr aufgezogen werden können, dann nützt auch kein künstliches Auftürmen von Nestmaterial, das Ameisenvolk muß schließlich aussterben. Leider sind die Nestkrater (vgl. die Abb. 2—6) in dem von mir untersuchten Gebiet die häufigsten

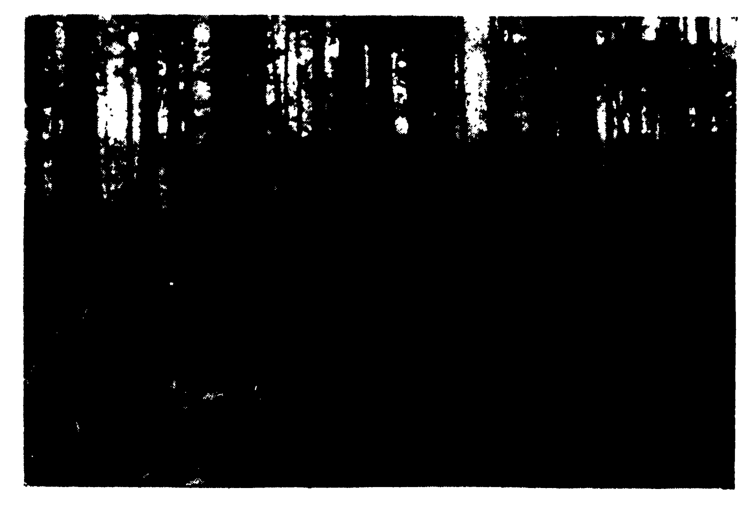


Abb. 1. Ungestörtes Nest der kleinen Waldameise. Künstlich angelegter Ableger nach einem Jahr (Schorfheide, 1940)

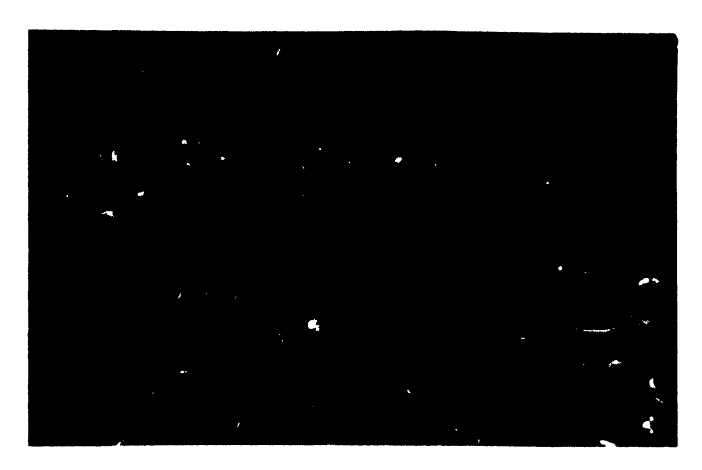


Abb. 2. Vom Puppensammler wiederholt ausgeplündertes Nest der kleinen roten Waldameise. Der in der Mitte zu sehende Stubben ist beim ungestörten Nest hoch von der Nestkuppel bedeckt. Letztere wird durch die Entnahme der Puppen, mit denen stets etwas Nestmaterial erfaßt wird, allmählich abgetragen. An Stelle der Nestkuppel entstehen auf diese Weise Vertiefungen. (Nest bei Prenden, 1942)

Zeugen ausgestorbener Ameisenvölker. Auf 100 ausgestorbene Krater kommt nur ein ausgestorbener Kuppelbau, ein trauriger Beweis für die Tätigkeit der Puppensammler.

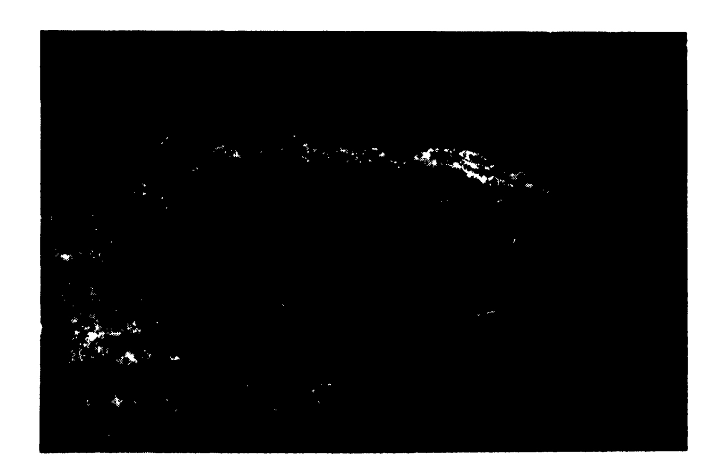


Abb. 3. Ausgeplündertes Nest der kleinen roten Waldameise, bereits ohne Stubben. Der Stubben wird schließlich von dem Puppensammler herausgerissen, um zu den nunmehr tiefer liegenden Puppen zu gelangen. Der ursprüngliche Umfang des noch belebten Nestes ist an dem hellen Erdauswurf zu erkennen. (Prenden, 1942)

Zu 7. Besonders beliebt ist bei den Sammlern die Behauptung, am Puppenreinigungsplatz würden aus den zurückgebliebenen Ameisen, unter denen sich auch Königinnen befinden sollen, sogar neue Nester entstehen.

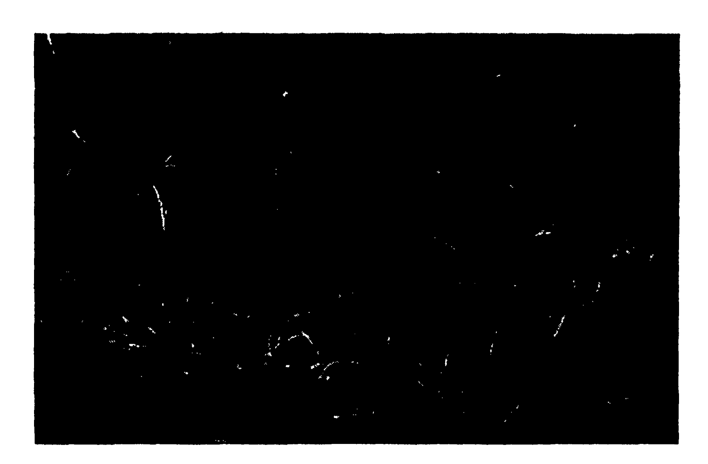


Abb. 4. Älterer Nestkrater der kleinen roten Waldameise. Das in der Mitte noch bewohnte Nest ist durch das Puppensammeln bis auf einen kleinen Kern des ursprünglich sehr umfangreichen Bereiches zusammengeschrumpft, kann jedoch in diesem Zustand immer noch viel Puppen enthalten. Auf dem von den Ameisen angereicherten Humus gedeiht üppiger Graswuchs. Dieser Graswuchs ist sehr nachteilig für den Wärmehaushalt des Nestes. Denn durch die vom Gras bedingte Vergrößerung der Verdunstungsfläche geht während der nächtlichen Wärmeausstrahlung zu viel Wärme verloren. (Prenden, 1942)

Die Bildung neuer Nester, die nicht nur vorübergehend, sondern dauernd erhalten bleiben, setzt voraus, daß beim Sammeln einige junge Königinnen (ungeflügelte Weibchen) mitgegriffen worden sind. In der zum Sammeln



Abb. 5. Ausgestorbenes Nest der kleinen roten Waldameise. Um den Nestkrater hat sich der Graswuchs geschlossen, da die Ameisen durch das Puppensammeln vollends ausgerottet worden sind und infolgedessen gegen die Pflanzeninvasion kein Widerstand mehr geleistet werden kann. (Prenden, 1942)

zugelassenen Jahreszeit aber befinden sich die Königinnen in der Regel in großer Nesttiefe. Daher sind Neubildungen von Nestern eine große Seltenheit, oder sie sind ein Beweis dafür, daß in einer zu frühen

Jahreszeit mit dem Sammeln der Puppen begonnen wurde, solang sich die Königinnen noch weiter oben befinden, bzw. geht aus dem Mitfangen von Königinnen die vernichtende, viel zu tief greifende Sammeltätigkeit hervor. Auf Grund eigener Erfahrungen mit Sammlern muß jedoch bezweifelt werden, daß Königinnen, die bei den Neugründungen erforderlich sind, und Arbeiterinnen in allen Fällen unterschieden werden. Vielfach werden besonders große Arbeiterinnen als Königinnen bezeichnet. Wenn sich nun tatsächlich das eine oder andere Nest am Puppenreinigungsplatz zusammentun sollte, so ist das gar kein Ersatz für die hunderte dafür zerstörten Nester.

Nach dieser Ablehnung unhaltbarer Scheingründe, die für das Puppensammeln sprechen sollten, sei nun die tatsächliche Wirkung dieser Ausbeutung der Ameisen hinsichtlich der Bevölkerungsbewegung der Ameisen



Abb. 6. Ein Blick von oben auf einige nebeneinander liegende Nestrelikte, den Unterschied der Bodenvegetation zeigend. (Pronden, 1942)

zusammengefaßt: Die Vermehrungskraft der Ameisen hat ihre Grenzen. Wenn auch die Königinnen im Nest bleiben, so ist doch zu bedenken, daß die Produktionsfähigkeit des Ameisenvolkes nicht allein durch die fortpflanzungsfähigen Weibchen, sondern auch durch die Arbeiterinnen mit bedingt ist. Die Wirkung des Puppenraubes ist nämlich folgende: Zunächst verliert das Ameisenvolk mehrere tausend alter Arbeiterinnen. Dadurch wird weniger Nahrung eingebracht; die Königinnen können nicht mehr so gut gefüttert werden und lassen infolgedessen mit der Eiablage nach. Dazu gehen zehntausende bis hunderttausende junge Arbeitskräfte unmittelbar durch die Puppenentnahme verloren. Hierdurch wird weiterhin die noch vorhandene Brut vernachlässigt. Ein Ameisenvolk, dem ständig eine mehr oder weniger große Menge des Nachwuchses genommen wird, kann sich nicht auf die Dauer behaupten. Ein Wachstum des Volkes ist unter solchen Umständen ganz unmöglich

Nun wird den Ameisen in der Theorie des „fachgemäßen Sammelns“ zwar nur ein gewisser Prozentsatz, in der tatsächlichen Praxis aber zumeist der größte Teil des Nachwuchses geraubt. Es sind Fälle bekannt, daß aus einem einzigen Nest 20—26 l Ameisenpuppen gesammelt wurden. Auf einen Liter gehen bekanntlich 20 000 Arbeiterinnenpuppen. Eine einfache Überlegung ergibt nun, daß die Puppenentnahme weder in hoher noch in geringer Zahl nützlich sein kann, sondern sich unbedingt schädlich auswirken muß.

C. Folgerung

Das Puppensammeln und sonstige Vernichten und Stören der Nester läßt sich biologisch durch nichts rechtfertigen. Es ist durchaus unangebracht, von einem Beleben des Ameisenvolkes durch den Puppenraub zu sprechen. Jeder Eingriff in die Nester ist unbedingt zu verwerfen, da hierdurch der Ameisenbestand schwerstens beeinträchtigt und die Sicherheit des Waldes vor seinen Verderbern aus der Insektenwelt gefährdet wird. Es ist ganz gleichgültig, ob die Gefährdung der Ameisen und des Waldes durch fachkundige Sammler oder durch Gelegenheitssammler verübt wird. Ein Schonen der Nester durch die Sammler, wurde in dem Beobachtungsgebiet nirgends festgestellt. Die Wirkung des Puppensammelns steht nunmehr in ihrem tatsächlichen Ausmaß fest. Im Interesse der Gesundung des Waldes sollte daher jeder Handel mit Ameisenpuppen untersagt werden. Ein stichhaltiger Grund für die Verwendung von Ameisenpuppen besteht nur in zoologischen Gärten, Museen und für wissenschaftliche Vogelzuchten. Auch hier wird es schließlich gelingen, Ersatzfutter zu finden. Die Vögel erfüllen in ihrer natürlichen Lebensgemeinschaft ähnlich wie die rote Waldameise einen forstlich sehr nützlichen Zweck. Nicht nur aus ethischen Erwägungen, sondern auch aus diesem praktischen Grund ist es besser, die Tiere ihrer naturgegebenen Bestimmung zu überlassen, statt sie zu Tausenden zu morden[1]), um in den Besitz von Stubenvögeln zu gelangen. Gegen das Halten von Vögeln an sich soll gar nichts gesagt werden. Die Naturliebe soll als wesentliche schöne Eigenschaft des deutschen Volkes unbedingt gefördert werden. Aber es sind Unterschiede zu machen zwischen den die Freiheit gewöhnten Vögeln und den durch langjährige Zucht an die Stuben gewöhnten Vögeln einerseits und zwischen überwiegend Insekten fressenden und Körner fressenden Vögeln andererseits. Kanarienvögel sind die „Stubenluft“ gewöhnt und andere Körnerfresser könnten leichter in Zucht genommen und an die Gefangenschaft angepaßt werden als Insektenfresser. Viele Grausamkeiten würden dann unterbleiben, wenn das Fangen von freiheitgewohnten Singvögeln aufhört, die Frage des Puppensammelns würde sich erübrigen und der Wald nicht

[1]) Vor 1936 gingen von 2 Millionen für den Schwarzhandel gefangenen Vögeln jährlich rund 1 800 000 verloren, nur 200 000 kamen zum Verkauf. In dem überwachten Handel beträgt der Verlust heute 5 %. (Laut freundlicher Auskunft von Herrn Dr. ECKE, Reichsstelle für Naturschutz.)

weiter in Gefahr gebracht werden. Der Naturfreund wird gern auf das Halten von Waldsingvögeln verzichten, wenn er hört, welche Hekatomben seiner Lieblinge vielfach geopfert werden, bevor er in ihren Besitz gelangt.

Der dann noch übrigbleibende Bedarf an Ameisenpuppen darf unter keinen Umständen weiter durch unkontrollierbares Sammeln im Wald gedeckt werden. Es sind nunmehr Methoden zur schnellen künstlichen Vermehrung der roten Waldameise ausgearbeitet, so daß wenige Sammler damit beauftragt werden können, sich selbst Ameisenfarmen anzulegen, für deren Betreuung und Erhaltung sie verantwortlich zu machen sind.

Schrifttum

ALTUM, B. (1876), Forstzoologie Bd. III, Insekten. Berlin.

CHRIST, J. L. (1791), Naturgeschichte, Klassifikation und Nomencladur der Insekten vom Bienen-, Wespen- und Ameisengeschlecht. Frankfurt a. Main.

ESCHERICH, K. (1941), Forstinsekten Mitteleuropas Bd. V, 3. Lief. Berlin.

FELDKIRCHNER, F. (1942), An unsere deutschen Waldbesitzer und Förstereien. Ornithologischer Schulungsbrief 1942, Wien.

FÖRSTER, A. (1850). Hymenopterologische Studien. Jahresber. höherer Bürgerschule Aachen. I. *Formicidae. 6.*

Forstliche Blätter 1880. Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen Jahrg. 17, S. 30.

GÖSSWALD, K. (1932), Ökologische Studien über die Ameisenfauna des mittleren Maingebietes. Zeitschr. f. wiss. Zoologie *142,* 1—156.

— — (1933), Weitere Untersuchungen über die Biologie von *Epimyrma gößwaldi* Men. und Bemerkungen über andere parasitische Ameisen. Zeitschr. f. wiss. Zoologie *144,* 262—288.

— — (1934/35), Über Ameisengäste und -schmarotzer des mittleren Maingebietes. Entom. Zeitschr. Frankfurt a. Main *48,* 13—15. 119—120, 125—127, 133—134, 142—143, 165—167, 175—176, 181—182.

— — (1938). Über den Vorgang und die Folgen des Puppensammelns bei der roten Waldameise und Vorschläge zum Schutz dieses nützlichen Raubinsekts. Zeitschr. f. angew. Entomol. *25,* 397—418.

— — (1939a), Über Nutzen, Ausrottung, Schutz, Verbreitung und künstliche Vermehrung der roten Waldameise *Formica rufa* L. Berlin. und Brandenb. Provinzstellen f. Naturschutz Heft 1, 14—30.

— — (1939b), Wie die Puppen der roten Waldameise gesammelt werden. Naturschutz.

— — (1940), Der Schutz der roten Waldameise. Naturschutz *21,* 11—28.

— — (1941), Rassenstudien an der roten Waldameise *Formica rufa* L. auf systematischer, ökologischer, physiologischer und biologischer Grundlage. Zeitschr. f. angew. Entomol. *28,* 62—124.

HENNERT, C. W. (1798), Über den Raupenfraß und Windbruch in den Königl. Preuß. Forsten von dem Jahre 1791—1794, Leipzig.

HESS, R. (1898), Der Forstschutz.

LAUROP, C. P. (1819), Annalen der Forst- und Jagdwissenschaft. Marburg und Cassel.

NÖRDLINGER, H. (1869), Die kleinen Feinde der Landwirtschaft oder Abhandlung der im Feld, Garten und Haus schädlichen oder lästigen Schnecken, Würmer, Gliedertierchen, insbesonders Kerfe, mit Berücksichtigung ihrer natürlichen Feinde und der gegen sie anwendbaren Schutzmittel. 2. Aufl. Stuttgart.

REEPEL, R. (1939), Ameisenpuppensammler — ein schmerzhafter Beruf. Das Schwarze Korps Folge 20, 18. Mai, S. 15.

WASMANN, E. (1909), Zur Kenntnis der Ameisen und Ameisengäste von Holländisch-Luxemburg. Archives Trimestriélles publiées par la section des sciences naturélles, physiques et mathematiques.

Analysen von Mageninhalten einheimischer Vögel als Stichproben

Von

Landwirtschaftsrat Dr. HEINRICH GASOW, Essen
Leiter der Vogelschutzwarte Essen-Altenhundem

Mit 3 Abbildungen

Wer bestrebt ist, bei Betrachtung der biologischen Begrenzungsfaktoren eines Schädlings unter den natürlichen Feinden die Vertilgerreihe der Vögel aufzustellen, erkennt sicherlich noch viele Lücken, die auszufüllen sind. Manche Schadinsekten gehören in begrenzten Zeiträumen des Jahres für bestimmte Vogelarten auch zur Hauptnahrung, indem alle Individuen der betreffenden Arten sie fressen, wenn sie ihrer habhaft werden können; dabei werden die betreffenden Beutetiere oft in bedeutenden Mengen aufgenommen. So vertilgen Allesfresser mit weitbegrenzter Hauptnahrung wie Krähen (Euryphage Omnivore, vgl. auch GROEBBELS S. 259/60, 1932) die Tipulidenlarven in erheblichen Mengen, wenn deren Auftreten nach Menge, Örtlichkeit und Jahreszeit dafür geeignet ist. Für andere Vogelarten jedoch mögen dieselben Insekten nur den Wert einer Gelegenheitsnahrung haben, so z. B. die Tipuliden für den Kuckuck oder Mäusebussard. Bei früheren Untersuchungen über die Biologie des Eichenwicklers (GASOW, a) 1925) und später über die natürlichen Feinde der Tipuliden zeigte sich, daß die genannten Schädlinge in dem Material verschiedener Autoren doch nicht so häufig vorkamen oder nachzuweisen waren, wie man nach anderen Literaturangaben und Beobachtungen von Vögeln beim Massenauftreten der Schädlinge hätte annehmen sollen. So stellte z B. RÖRIG nur 36 mal an 1270 Mageninhalten (658 Nebel- und Rabenkrähen, S. 334, und 612 Saatkrähen, S. 383, 1900) aller drei Krähenarten bzw. -rassen und SCHLEH nur 9 mal an 388 Mageninhalten mit Kerbtieren Tipulidenlarven oder Tipuliden fest. Das ist sicherlich damit zu erklären, daß die genannten Autoren vorwiegend übersandtes Material untersuchten und nach ihrem Arbeitsplan keine Krähen zur Zeit und aus dem Gelände eines Tipulidenschadens zu erhalten suchten, auch die Analyse der Mageninhalte nicht mit eigenen Beobachtungen des Verhaltens der Krähen im Schadgebiet verbinden konnten. Entsprechendes gilt auch

für andere Vogelarten bei Berücksichtigung der genannten und anderer Schädlinge. Es erscheinen somit Stichproben, die eine Aufnahme bestimmter Nahrungsbestandteile erweisen sollen, zu geeigneter Zeit und am richtigen Ort wohl angebracht zu sein. Sie können bestehende Auffassungen und gemachte Beobachtungen erhärten und Lücken in unserem Wissen von den Nahrungsobjekten ausfüllen helfen. Zum Beweise der Aufnahme des Grünen Eichenwicklers (*Tortrix viridana* L.) durch verschiedene Vogelarten wurden einige solcher Stichproben durchgeführt und im Rahmen einer Arbeit über den genannten Forstschädling bereits veröffentlicht. Für Dohle, Eichelhäher, Star, Buchfink, Feldsperling und Blaumeise brachten sie auch positive Ergebnisse, wobei für die Dohle schon 75 Puppen des Grünen Eichenwicklers und für den Star 17 *viridana*-Räupchen und 2 Puppen nachgewiesen werden konnten (Gasow a), S. 471 bis 473, 1925). Auch Frh. von Vietinghoff Riesch a) 1925 u. 1929 bringt einige als positive Stichproben zu wertende Analysen, so für den Sumpfrohrsänger auf stark vom Rapsglanzkäfer (*Meligethes aeneus* F.) befallenem Rapsfeld, für die Kohlmeise im *Lophyrus*-Befallgebiet und auch für den Fasan, der sich in der von der Kiefernbuschhornblattwespe (*Lophyrus pini* L.) befallenen Kiefernheide mit Artgenossen zusammenschloß und nach den Kokons der Schädlinge scharrte. Eine Fasanenhenne hatte denn auch 80 Kokons dieses Kiefernschädlings gefressen. Ohne immer die gleiche Sicherheit zu besitzen, wie sie zumeist bei positiv verlaufenen Stichproben gegeben ist, können negative Untersuchungsergebnisse solcher Stichproben unter Umständen auch recht aufschlußreich sein. So haben sich auf einem Teich geschossene 27 Lachmöwen nur ganz selten Fische als Nahrung geholt und eine Dorngrasmücke im mittelwaldartigen Laubwald mit starkem Maikäferfraß hatte Wanzen und Käfer, aber keine Maikäfer gefressen (nach von Vietinghoff-Riesch, a) 1929). Erwähnt sei auch noch, daß Newstead (nach Reh, Handbuch der Pflanzenkrankheiten, V. Band 2. Teil, S. 800, 1932) im Magen von Meisen, die er von Erbsenbeeten weggeschossen hatte, keine Spur von Erbsenresten fand. In den hier vorgelegten Untersuchungsergebnissen handelt es sich außer um Stichproben auf bestimmte Nahrungsbestandteile auch noch in einigen Fällen um Material für Anschauungszwecke, das hier mitverwertet werden darf. Aus früher an wenig zugänglicher Stelle veröffentlichten Stichproben (Gasow b, 1925) werden hier 2 Mageninhalte der Rabenkrähe am Anfang mitaufgeführt.

Analysen von Mageninhalten

Corvidae

1. Corvus corone corone L. Rabenkrähe, Saerbeck i. W., 28. März 1925.
   Aus der Luft über Weide, die von Tipulidenlarven beschädigt war, neben Kiefernbestand geschossen.

a) 138 Kopfkapseln und deren Reste von Tipulidenlarven; b) entsprechende Balgreste; c) 2 andere kleine Dipterenlarven; d) kleine Stückchen Moos; e) 2,12 g Steinchen.

2. Desgleichen, Saerbeck i. W., 16. April 1925.
Über einer Kiefer in dem gleichen Weiden- und Wiesengelände wie Nr. 1 geschossen.
a) 4 Insektenlarvenreste; b) 1 Käfer; c) 1 Puppe; d) 65 Kopfkapseln von Tipulidenlarven; e) größere Mengen Balgreste und Bälge von Tipulidenlarven; f) wenig vegetabilische Reste; g) 0,32 g Steinchen.

3. Desgleichen ♂, Gemenkrückling i. W., 18. Juni 1926.
Aus Eiche im Eichenbestand mit *Tortrix-viridana*-Fraß geschossen.
a) 2 Ichneumonidenpuppen im Kokon; b) 5 vollständige Tortricidenpuppen und 29 Wicklerpuppen verschiedener Arten in ihren Resten; c) 3 vollständige und Reste von 24 *Tortrix-viridana*-Puppen; d) Reste von 5 Raupen; e) zahlreiche Reste von Insektenpanzern, meist Wicklerpuppen; f) viele Gespinste, in denen zum Teil noch Raupenkot erkennbar war; g) Blattreste, wohl mit dem Gespinst der Puppen aufaufgenommen; h) Fruchtsteine der Gattung Prunus; i) Steinchen.

4. Desgleichen ♀, Gemen i. W., 12. November 1927.
Auf Kuhweide vorm Dorf geschossen, die von Rabenkrähen, Staren und Drosseln häufig besucht war. Gärten und Äcker in unmittelbarer Nähe.
a) 3 Käfer, Flügeldecken; b) 2 Kopfkapseln von Tipulidenlarven; c) 1 Raupenhaut; d) Reste von Insektenpanzern; e) 3,66 g Roggenkörner (Hauptinhalt); f) 3,36 g Steinchen (die beiden längsten 13,2 mm und 11 mm lang, mit größter Breite von 8 und 10 mm).

5. Desgleichen ♀, Saerbeck i. W., 15. März 1928.
Auf zweijähriger Weide (früher Heide) nachmittags geschossen. Vormittags waren die Weiden noch festgefroren. Verdacht auf *Tipula*-Fraß.
a) 1 Käferkopf und Reste von Flügeldecken; b) 3 Tipulidenlarven und 13 Kopfkapseln derselben; c) ganz wenig Wurzelfasern, Moos und andere pflanzliche Reste, wohl zufällig mit den Insekten aufgenommen; d) zahlreiche kleinere Stücke von Steinchen (2,17 g).

6. Desgleichen ♀, Saerbeck i. W., 10. März 1928.
Krähe mit Strychnin-Ei[1]) am Weidenrand vergiftet. 2 m vom Köder entfernt tot aufgefunden. Auf Weiden viel Krähen. Nachts vorher und am Tage Frost.
a) Reste des Köders (viele kleine Stücke der Eischalen, Knochenteilchen usw.); b) Insektenreste, besonders von Käfern; c) 1 Kopfkapsel von Tipulidenlarve; d) Samen von Rotklee; e) viele kleine Teile pflanz-

[1]) Füllung aus Fleischmehl und gekochtem Eigelb.

licher Herkunft, Blätter und Wurzeln von Gräsern, auch von Moos (Weide war vielfach vermoost); f) 0,7 g Steinchen.

7. Desgleichen ♂, Saerbeck i. W., 3. April 1928.
Vergiftet wie eben. Etwa 50 m vom Köderplatz am Waldrand im Graben gefunden. Mildes Wetter; geringer Mageninhalt.
a) Reste des Strychninköders mit daranhängender Eischale; b) Insektenreste; c) Häute und Kopfkapseln von wenigstens 10 Tipulidenlarven;
d) 1 Tortricidenraupenhaut; e) Reste von Grashalmen und Moosteilchen; f) 0,077 g Steinchen.

8. Desgleichen ♂, Saerbeck i. W., 4. April 1928.
Vergiftet wie eben auf Weide (Wetter mild).
a) Käferreste und winzige Reste der Eischale; b) Reste von 2 Curculioniden (anscheinend *Eustolus cervinus* L.); c) 1 Käferlarve, 2 Tipulidenlarven und weitere Reste von Häuten derselben; d) wenig Reste von Gräsern; e) 0,673 g Steinchen.

9. Desgleichen ?, Saerbeck i. W., 27. April 1928.
Wetter warm. Beim Birkhahnschirm, von dem aus Nr. 5 am 15. März 1928 erlegt wurde, frisch geschossen aufgefunden.
a) 24 Haferkörner; b) 0,072 g Steinchen. Das Stück war offenbar erst vom Feld angeflogen.

10. Desgleichen ?, Saerbeck i. W., 4. Juni 1928, 18 Uhr.
Am Rande vom Kiefernbestand geschossen.
a) 10 Köpfe von *Hylobius abietis* L., Käferbeine und Reste von Flügeldecken; b) 4 Kopfkapseln und mehrere unvollständige Häute von Tipulidenlarven; c) wenig kleine Kartoffelstückchen; d) Teile eines Pflanzenstengels von 5 cm Länge. — Keine Steinchen.

11. Desgleichen? Saerbeck i. W., 4. Juni 1928, 18 Uhr.
Gehölz bei Wiesen. Nach Ort und Zeit dem Stück Nr. 10 entsprechend ergibt sich auch ein ähnliches Bild des Mageninhaltes.
a) 23 Köpfe von *Hylobius abietis* L., b) 1 Kopf und Halsschild eines Elateriden (wahrscheinlich *Melanotus*-Art); c) 1 Carabidenkopf (mittelgroß); d) 1 Cantharidenabdomen; e) 24 kleine Kartoffelstückchen, zahlreiche sehr kleine. — Keine Steinchen.

12. Desgleichen, Junges aus dem Nest geholt, gehört mit Nr. 13 und 14 zu einer Brut, Saerbeck i. W., 30. Mai 1928.
Aus Kiefernbestand, ringsum Weiden, Heide und etwas Kiefernwald.
a) 3 Köpfe von *Hylobius abietis* L., Beine und Reste von Flügeldecken, kleine Chitinteilchen; b) wenig Knochen von Maus; c) wenig pflanzliche Fasern, wohl mit der anderen Nahrung aufgenommen. — Keine Steinchen.

13. Desgleichen wie 12.
a) Beine und Reste von Insektenpanzern; b) 12 Köpfe von *Hylobius abietis* L.; c) Knochenstücke, Wirbel, 2 Zähne und zusammengeballte Haare einer Maus; d) wenig Reste pflanzlicher Art. — Keine Steinchen.

14. Desgleichen wie 12.
a) 29 Köpfe von *Hylobius abietis* L., Beine und andere Reste von Insekten; b) einige Knochenstücke und 2 Wirbel einer Maus; c) wenig Reste pflanzlicher Art. — Keine Steinchen.

15. Desgleichen, Altvogel, Saerbeck i. W., 27. Juni 1928, 16 Uhr.
Auf Wiese.
a) Fast vollständig erhaltene Käfer und Reste derselben, so 1 *Sitona* sp.; b) 1 *Hylobius* sp ; c) 1 *Philonthus splendens* F.; d) 4 *Cytilus sericus* Frst.; e) *Sphaeridium scarabaeoides* L.; f) *Ontophagus coenobita* Hrbst.; g) 7 Kopfkapseln von Tipulidenlarven, eine davon mit Teilen der Haut; h) Tipulideneier in größerer Zahl; von der Schnake war nichts mehr vorhanden; i) Kleeblättchen, einige Moosteilchen, Reste von Gräsern; j) kleine weiße Kiesel (0,096 g), etwas Sand.

16. Desgleichen, Saerbeck i. W., 27. Juni 1928.
Auf Wiese wie Nr. 15.
a) Käferreste, so von *Cytilus sericeus* Frst.; b) *Carcyon melanocephalus* L.; c) 1 *Agriotes obscurus* L.; d) 1 Knotenameise; e) 3 Tipulidenlarven, 1 Kopfkapsel von Tipulidenlarve sowie Häute derselben; f) Kopf und Flügel einer *Tipula* sp., Tipulideneier; g) mehrere Kleeblättchen, Pflanzenfasern und Moosteilchen; h) 0,225 g Steinchen. Gute Übereinstimmung mit Nr. 15 von der gleichen Örtlichkeit und Stunde.

17. Desgleichen, Saerbeck i. W., 23. Juni 1928, 6 Uhr.
Wiese am Brochterbecker-Damm.
a) 10 Käfer und deren Reste, so 1 *Phosphuga atrata* L.; b) *Agriotes ustulatus* Schall.; c) 8 *Cytilus sericeus* Frst.; d) 1 Käferlarve; e) über 20 Larven (stark verdaut) von *Bibio* sp.; f) 8 Kopfkapseln von Tipulidenlarven und deren Häute; g) 1 größere andere Dipterenlarve; h) Kleeblättchen, Moosteilchen und Pflanzenfasern. — Keine Steinchen.

18. Desgleichen, Saerbeck i. W., 23. Juni 1928, 7.15 Uhr.
Wiese.
a) Käferreste, darunter 2 *Hylobius*, 3 Carabiden; b) 1 Fliege (Reste) c) über 380 Larven von *Bibio* sp. (Hauptinhalt des Magens); d) Reste von 3 Spinnen; e) einige Pflanzenfasern und etwas Moos; f) ziemlich viel Steinchen (1,513 g).

19. Desgleichen, Saerbeck i. W., 16. Juni 1928.
Wiese.

Käferreste, darunter a) *Geotrupes stercorarius* L; b) 1 Flügeldecke von *Subcoccinella 24 punctata* L.; c) 1 Larve von *Bibio* sp.; d) Kopfkapseln von Tipulidenlarven und deren Häute; e) 1 Mäuseknochen; f) Kartoffelstückchen; g) Pflanzenfasern, Haare, etwas Sand.

20. Desgleichen, Saerbeck i. W., 7. Juni 1928.
Wiese am Brochterbecker-Damm.
Zahlreiche Reste von Käfern, so von a) 25 *Cytilus sericeus* Frst.; b) 1 *Phosphuga atrata* L.; c) *Hylobius* sp.; d) 2 *Geotrupes silvaticus* Panz.; e) *Ontophagus coenobita* Hrbst.; f) 1 *Aphodius fimetarius* L.; g) 1 *Spharidium scarabaeoides* L.; h) 5 *Agriotes* sp.; i) 1 *Hister striola* Sahlb.; j) 2 *Carabus arvensis* Hrbst.; k) 2 *Byrrhus* sp.; l) 3 Tipulidenlarven und noch 3 Kopfkapseln, außerdem Hautreste derselben; m) 1 unkenntlicher Raupenbalg; n) zahlreiche Kartoffelstückchen und einige Pflanzenfasern; o) etwas Sand.

21. Desgleichen, Saerbeck i. W., 8. Juni 1928, 16 Uhr.
Wiesenrand am Lengericher-Damm.
a) Käferreste; b) 6 Ameisen; c) zahlreiche Kartoffelstückchen in großer Zahl (Hauptinhalt des Magens); d) mehrere Moosteilchen. — Keine Steinchen.

22. Desgleichen, Saerbeck i. W., 8. Juni 1928, 17 Uhr.
Waldrand an Wiese (Nöttler-Berg).
a) Käferreste; b) wenig Kartoffelstückchen und Stengelreste. — Keine Steinchen.

23. Desgleichen ♂, Saerbeck i. W., 16. April 1929, 9 Uhr.
Auf Weide, die gerade vom Birkhahn verlassen wurde.
a) wenigstens 29 Tipulidenlarven nachgewiesen; 18 ganze Larven und 11 Kopfkapseln, außerdem Häute von 4 Stück; b) 1 Raupe; c) wenigstens 72 Haferkörner; d) einzelne winzige Moosteilchen.

24. Desgleichen ♂, Saerbeck i. W., 16. April 1929.
Aus der Luft über Weide von Feldflur kommend abgeschossen.
a) 2 Carabidenköpfe und andere kleine Käferreste; b) Reste von Haferkörnern; c) Steinchen.

25. Coloeus monedula spermologus (Vieillot) Dohle, Gemen i. W., 2. Juni 1926.
Über Eichenwald abgeschossen.
a) Große Tachine; b) 4 *Tortrix-viridana*-Puppen; c) 27 Tortricidenräupchen; d) 1 Sackträgerräupchen; 21 andere Räupchen; f) 3 kleine Steinchen.

26. Desgleichen ♀, Gemen i. W., 19. Mai 1941.
In der Mitte des Sternbusches, wo auch einzelne Hohltauben gehört wurden und die Dohlen deren Nistplatzkonkurrenten sind, gegen 18 Uhr aus Eiche geschossen. Die Dohlen flogen zur Nahrungs-

suche auch auf das angrenzende Feld mit benachbartem Grünland.

Zahlreiche Käfer und deren Reste, so a) 19 Köpfe einer Brachyderine (wahrscheinlich *Polydrosus [Curcul.]*); b) 2 Köpfe einer Curculionide; c) 2 Flügeldecken von *Byrrhus*; d) 1 Flügeldecke von *Elater*; e) 1 Kopf einer Staphylinide; f) 5 Mandibeln einer Staphylinide, vielleicht *Philonthus*; g) undefinierbare Käferreste; h) 4 Kalkkörper von Crustaceen oder Myriapoden; i) 1 Käferlarve; j) 1 Tipulidenlarve (Kopfkapsel mit Vorderteil und getrennt davon zerfallendes Hinterende gefunden); k) Insektenlarven; l) Halmreste in größerer Menge; m) sehr viele feinste, aber auch größere Steinchen; n) Erde und Sand in ziemlicher Menge.

27. Pica pica pica (L.) Elster ♀, Saerbeck i. W., 15. März 1941.
Im Wiesen- und Weidegelände mit Kieferngehölzen am Bevergerner-Damm.
a) Bruchstücke von Käfern, 1 Käferbein; b) geringe vegetabilische Reste; c) 18 Steinchen, bis zu 7,5 mm lang.

28. Desgleichen ♂, Saerbeck i. W., 16. März 1941.
Weide neben Streifen von Kiefernaltholz am Bevergerner-Damm Elster befand sich mit mehreren anderen in der Weide und stand dem Schützen auf Kaninchenklage zu.
Zahlreiche Reste von Käfern, so von a) *Aphodius fimetarius* L.; 5 Flügeldecken; b) 1 Körper von *Phytonomus punctatus* F.; c) *Phytonomus* sp., 6 Flügeldecken, desgl. 1 Thorax und 1 Thorax mit Kopf; d) 4 Köpfe von Curculionide; e) *Notaris acridulus* L.; f) 1 *Staphylinus aeneocephalus* Deg., 2 Köpfe und 1 Abdomen; g) 4 Kopfkapseln von Tipulidenlarven, darunter 1 noch im Rest der Larvenhaut; h) Dipteren-eier; i) Larvenhaut und Raupenbalg; j) 1 Arachnide; k) vegetabilische Stoffe; violette Brocken, weniger hart als Stein. — Keine Steinchen.

29. Desgleichen ♀, Saerbeck i. W., 13. März 1941.
Im Wiesen- und Weidengelände mit Kieferngehölzen. Am Riesenbecker-Damm.
a) Curculionidenkopf; b) Reste von *Geotrupini* und anderen Käfern; c) unbestimmbare vegetabilische Reste (wenig Mageninhalt).

30. Desgleichen ♀, Saerbeck i. W. 31. März 1941.
Weide am Lengericher-Damm.
a) Köpfe verschiedener Curculioniden; b) 11 Flügeldecken von *Aphodius prodromus* Br. und andere Käferreste; c) 45 Larven von *Bibio* sp. noch mit Kopfkapseln und 1 Kopf ohne Haut. Wegen der sonst noch vorhandenen Hautmengen dürften 100 und mehr dieser Larven aufgenommen sein, die oft dicht beieinander in der Grasnarbe vorkommen. d) 2 Weizen- und 3 Haferkörner; e) andere vegetabilische Reste.

31. Desgleichen ♀, Saerbeck i. W., 4. April 1941.
Auf Weide vergiftet[1]) (Bevergerner-Damm). Kaum Mageninhalt
2 winzige Steinchen.

32. Desgleichen ♂, Saerbeck i. W., 3. April 1941.
Auf Weide vergiftet (Middendorfer-Damm).
a) Kleine Eierschalenreste (Huhn), wohl vom Köder; b) winzige vegetabilische Reste. — Geringer Mageninhalt.

33. Desgleichen ♀, Saerbeck i. W., 3. April 1941.
Auf Weide vergiftet.
a) 1 Carabidenkopf und kleine Beine von Käfern; b) 2 Stückchen Eierschale (Köder!); c) winzige vegetabilische Reste. — Geringer Mageninhalt.

34. Desgleichen ♂, Saerbeck i. W., 3. April 1941.
Ort wie Nr. 33, vergiftet.
a) 5 Flügeldecken von *Aphodius fimetarius* L., Käferbeine; b) Schalenreste vom Hühnerei (Köder!). — Wenig Inhalt.

35. Desgleichen ♀, Saerbeck i. W., 4. April 1941.
Wie Nr. 31.
Spuren vegetabilischer Nahrungsreste, kein Köder, keine Eierschalenreste, keine Steinchen. — Kaum Mageninhalt.

36. Desgleichen ♂, Saerbeck i. W., 4. April 1941.
Auf Wiese wie vorstehend vergiftet.
a) Flügeldecken und Beinreste von Käfern; b) Schalenreste von Hühnerei (Köder!); c) Spuren vegetabilischer Reste.

37. Garrulus glandarius L., Eichelhäher ♂, Gemen i. W., 25. Juni 1926.
Aus Eiche im Eichenbestand geschossen.
a) Käferreste; b) Schlupfwespenkokon; c) 1 größerer Raupenkopf; d) 1 Spannerraupe; e) 4 Tortricidenraupen; f) *Tortrix-viridana*-Puppe und vielfach Reste von anderen Puppen, auch *Tortrix viridana* L.; g) 8 Steinchen, darunter 4 Ziegelsteinchen von insgesamt 0,11 g.

38. Desgleichen juv., Gemen i. W., 4. August 1927.
Aus Buche in der Allee geschossen. Der damals viel von Hähern aufgesuchte Schloßgarten befindet sich in der Nähe.
a) Feine Reste von Käferpanzern; b) Flügel von Tipuliden und anderen Dipteren; c) 4 Beine von *Tipula*-Imagines; d) 1 Fruchtstein der Gattung Prunus; e) Nußsschale und Samen von Himbeere, die den größten Teil des Mageninhaltes bildeten; f) Erbsenreste.

39. Desgleichen juv., Gemen i. W., 4. August 1927.
Aus Eiche im gemischten Altholzbestand herausgeschossen. Schloß-

[1]) Eier mit eingespritztem Phosphoröl waren in 2 Weiden ausgelegt. Die Elstern Nr. 31—36 wurden in nächster Nähe dort gefunden.

garten in unmittelbarer Nähe. Dort suchten Häher die Erbsenbeete auf.
a) Wenig feine Käferreste; b) 7 Fruchtsteine der Gattung Prunus und Reste anderer hartschaliger Gebilde; c) Samen der Himbeeren und Brombeeren; d) viel Erbsenreste; e) 0,430 g Steinchen (vorwiegend Ziegelsteinchen).

40. Desgleichen juv., Gemen i. W., 4. August 1927.
Aus Allee-Linde beim Schloßgarten und Altholzmischbestand.
a) 1 Heuschrecke (junges Stadium); b) geringe feine Reste von Käferpanzern; c) Erbsen, diese bilden den größten Teil des Mageninhaltes; d) Himbeersamen in größerer Anzahl, einzelne Weinbeeren; e) Samen der Johannisbeeren mit daran befindlichen Resten des Fruchtfleisches schienen auch darunter zu sein.

41. Desgleichen, Gemen i. W., 10. Oktober 1941.
Im Eichenbestand geschossen. Eichelhäher wurden mit Eicheln im Schnabel fliegend beobachtet.
a) Reste von Eicheln; b) sehr viele kleine und kleinste Steinchen.

42. Desgleichen ?, Gemen i. W., 11. Oktober 1941.
Aus Eiche geschossen.
a) Spärliche Käferreste; b) größere und kleinere Stückchen von Eicheln; c) 2 kleine Stückchen der harten dünnen Schale; d) zahlreiche Steinkerne von *Rubus fructicosus* L. und 2 von *Sambucus nigra* L.; e) wenig kleine und kleinste Steinchen.

43. Desgleichen, Saerbeck i. W., 3. Oktober 1928.
Nach Anfliegen aus Eiche geschossen.
a) Käferreste (1 Curculionide darunter); b) zerstückelte Eicheln und Reste davon, Hauptinhalt; c) Steinchen.

44. Desgleichen. Altenhundem/Lenne, 24. Juli 1942.
Aus Baum einer Gehölzgruppe geschossen. Gartenanlagen in der Nähe.
a) Käferreste u. a. von 1 *Carabus auratus* L., und 2 größere Carabiden (vielleicht *Pterostichus* sp.); b) 5 Köpfe und andere Reste von *Vespa* sp.; c) Steinkerne der Himbeere, zahlreich; d) Stachelbeerreste und sonstige Reste pflanzlicher Nahrung; e) 6 Steinchen und 1 kleines Stückchen davon.

45. Desgleichen ♂, Gemen i. W., 30. Juli 1942.
Nachmittags aus Wildkirsche im Eichenbestand geschossen.
a) 1 *Pentatoma rufipes* L. (Baumwanze); b) 1 Sichelwanze (*Nabis* sp.); c) 1 *Geotrupes*; d) *Panorpa* sp.; e) 1 Wildkirsche (*Prunus avium* L.), 6 Fruchtsteine derselben; f) Weizenkörner und Reste davon; g) 25 kleine Steinchen.

46. Desgleichen ♂, Gemen i. W., 31. Juli 1942.
Vormittags aus Eichenbestand bei der Wildkirsche.
a) Reste von Mistkäfern; b) 25 Insekteneier, wahrscheinlich von

Schmetterlingen; c) 10 Fruchtsteine der Wildkirsche, 4 davon mit Schlupflöchern (wahrscheinlich von *Furcipes rectirostris* L. [*Anthonomus*]); d) wenig Reste von Weizenkörnern; e) Fragmente von Eicheln; winziges Stückchen Ziegelstein.

47. Desgleichen ♂, Gemen i. W., 31. Juli 1942.
Vormittags in der Allee am Waldrand mit Unterholz von Hasel geschossen. Westseite des Bestandes mit der Wildkirsche.
a) 8 Köpfe und andere Reste von Baumwanzen, wenigstens 3mal *Pentatoma rufipes* L.; b) 2 Carabiden (wahrscheinlich *Pterostichus* und *Ophonus* sp.), c) 1 *Panorpa* sp.; d) 1 Fruchtstein der Wildkirsche; e) 5 Weizenkörner und Reste davon (Fruchtschalen); f) Stachelbeerreste, auch Stachelbeerkerne. — Keine Steinchen.

48. Desgleichen juv., Altenhundem/Lenne, 26. August 1942.
Vormittags im Gebüsch bei Böschungen, Weide und Weizenfeld (auf dem Halm) geschossen.
a) 3mal Reste von Insektenlarven; b) kleine Käferreste; c) Weizenkörner und Fruchtschalen des Weizens, Weizenspreu und Spuren von Haferspelzen; d) zahlreiche Steinkerne von Himbeeren in verschiedener Größe und Farbe; e) andere vegetabilische Reste; f) 8 kleinste Steinchen.

49. Desgleichen, Gemen i. W., 14. Oktober 1942.
Aus Eiche im Eichenbestand geschossen.
a) 1 Ohrwurmzange; b) Käferreste, so von Geotrupide; c) 1 Spinne; d) Reste von Eicheln; e) Steinkerne von *Rubus* sp.; f) 49 Steinchen (größte Länge 4,5 mm, geringste Länge 2 mm).

50. Desgleichen, Gemen i. W., 16. Oktober 1942.
Aus Eiche im Eichen- und Buchenbestand geschossen.
a) Wenig Käferreste; b) größere und kleinere Eichelstückchen; c) 20 Steinkerne von *Rubus* sp.; d) 114 Steinchen (größte Länge 5,8 mm, geringste 1,5 mm).

51. Desgleichen, Gemen i. W., 17. Oktober 1942.
Aus Eiche bei Buchen, Eichen und Eßbaren Kastanien. Hier auch Eichelhäher auf dem Boden suchend beobachtet.
a) 1 *Vespa* sp.; b) größere und kleinere Stückchen von Eicheln; c) 176 Steinchen, derunter Ziegelsteinreste verschiedener Größen, auch staubfein zermahlen (größte Länge der Steinchen 6,5 mm, geringste 1 mm).

52. Desgleichen ♀, Frankfurt a. M., 13. November 1942.
Aus Birnbaum im Hausgarten beim Enkheimer Ried.
a) Ohrwurmzangenreste, wohl von 8 Individuen; b) Bein von Geotrupide und weitere Chitinstücke von Coleopteren; c) 1 Chitinstück

einer Hymenoptere; d) beschädigtes Maiskorn und Reste davon; e) 39 Steinchen.

Sturnidae

53. Sturnus vulgaris vulgaris L. nestj., Saerbeck i. W., 25. Mai 1928. Nisthöhle in der Starkolonie.
Käferreste, so von a) 2 Carabiden (*Pterostichus* sp.); b) 1 *Staphylinus* sp.; c) 3 Kopfkapseln von Tipulidenlarven, Häute derselben; d) 1 große acephale Dipterenlarve; e) 1 kleines unkenntliches Dipter; f) ganz wenig Reste von Gräsern.
54. Desgleichen nestj., Saerbeck i. W., 25. Mai 1928.
Aus derselben Nisthöhle.
a) 3 kleine Schneckengehäuse; b) Reste von 1 *Carabus* sp.; c) 1 Tipulidenlarve und Reste von weiteren Häuten; d) 1 große acephale Dipterenlarve.
55. Desgleichen nestj., Saerbeck i. W., 21. Juni 1928..
Spätbrut aus Nistkasten, Starkolonie.
a) 1 Carabidenkopf; 2 Köpfe von *Staphylinus* sp.; b) Reste von 2 Kopfkapseln der Tipulidenlarven und Tipulidenhäute; a) einige Pflanzenfasern.
56. Desgleichen nestj., Saerbeck i. W., 21. Juni 1928.
Zahlreiche Käferreste, so von a) 8 *Cantharis* sp.; b) 2 Staphylindenköpfe; c) 1 Kopfkapsel von Tipulidenlarve und Hautreste; d) 1 große Raupe.
57. Desgleichen nestj., Saerbeck i. W., Mai 1928.
Zahlreiche, meist sehr zerkleinerte Reste von Käfern.
a) 1 *Staphylinus* sp.
58. Desgleichen nestj., Saerbeck i. W., wie Nr. 57.
Käferreste, so von a) 6 *Cantharis fusca* L.; b) 1 *Byrrhus* sp.; c) 1 Carabide; d) 1 Tipulidenlarve; e) Moosteilchen und Stück von einem Grashälmchen.
59. Desgleichen wie Nr. 57 und 58., Saerbeck i. W.
Zahlreiche, meist sehr zerkleinerte Reste von Käfern.
a) Kopf einer Staphylinide; b) 2 Carabiden.
60. Desgleichen wie vorstehend.
Zahlreiche Reste von Käferpanzern, Käferköpfe, so von a) 4 Carabiden; b) 1 Staphylinide; c) 1 Kleeblättchen und einige Reste gelegentlich mit aufgenommener Pflanzenreste.
61. Desgleichen nestj., tot aus Nisthöhle, Saerbeck i. W., Frühjahr 1928.
a) 1 Schneckengehäuse (*Limnaea* sp.); b) 6 Kopfkapseln von Tipulidenlarven, Häute und 4 vollständige Tipulidenlarven (zusammen also 10); c) 2 Stückchen Moos.

62. Desgleichen nestj., Saerbeck i. W., Frühjahr 1928 tot aus Nisthöhle.
a) Käferreste, so von 3 *Cantharis fusca* L.; b) 2 Kopfkapseln von Tipulidenlarven und 1 Haut davon; c) Pflanzenfasern.

63. Desgleichen wie Nr. 62.
a) 1 *Limnaea* sp.; Reste von Kâfern; b) 3 *Cantharis fusca* L., 1 *Cantharis* sp.; c) 2 *Agriotes obscurus* L.; d) 4 Kopfkapseln von Tipulidenlarven, 4 Häute derselben; e) einige wenige Pflanzenfasern.

64. Desgleichen wie Nr. 62.
Gröbere und feinere Reste von Käfern, so von a) 1 *Cantharis* sp.; b) 1 *Cytilus sericeus* Frst.; c) 1 Staphylinus sp.; d) vereinzelte Grasteilchen.

65. Desgleichen wie Nr 62.
Käferreste, so von a) 1 *Cytilus serieeus* Frst.; b) 1 *Cantharis fusca* L.; c) 1 Tipulidenlarve; d) Reste von 2 Imagines einer *Tipula* sp. (wahrscheinlich *Tipula oleracea* L.).

66. Desgleichen nestj., Saerbeck i. W., 1. Juni 1928.
Aus Nisthöhe.
a) Wenige Käferreste; b) 2 Tipulidenlarvenreste; c) Pflanzenfasern; d) 0,109 g Steinchen.

67. Desgleichen wie Nr. 66.
a) Käferreste, so von 1 *Carabus*-Kopf (*cancellatus* Illig. ?); b) Reste einer Tipulidenlarve; c) wenig Pflanzenfasern.

68. Desgleichen wie Nr. 66.
a) Kleine Teile von Käferflügeldecken; b) Stückchen von Insektenflügeln und Beine; c) einige wenige Reste von Grasblättchen; d) 2 kleine Steinchen.

69. Desgleichen ♀., Saerbeck i. W., 1. Juni 1928.
Nach Anfliegen zur Höhle abgeschossen.
Reste mehrerer Käfer, so von a) 3 *Cytilus sericeus* Frst.; b) 4 *Agriotes* sp.; c) 1 *Byrrhus* sp.; d) Reste von einer Tipulidenlarve, einer Larvenhaut ohne Kopfkapsel und 2 Kopfkapseln; e) 1 Spinne; f) Reste von wenig Gräsern.

70. und 71. Desgleichen nestj., Saerbeck i. W., 1. Juni 1928.
Beide Magen leer. Altvogel durch Auflauern vorm Abschuß der Höhle längere Zeit ferngehalten.

72. Desgleichen nestj., Saerbeck i. W., 29. Mai 1928.
Aus Nisthöhle.
a) 2 Häute von Tipulidenlarven, 1 Kopfkapsel; b) winzige Spuren anderer Insektennahrung; c) Knäuel von Pflanzenfasern.

73. Desgleichen wie Nr. 72., aus derselben Höhle.
a) Winzige Reste von Käferpanzern; b) wenigstens 4 Tipulidenlarven, davon 3 vollständige, 1 Kopfkapsel und Reste von Häuten;

c) Reste von Grasblättern und Faserknäuel; d) 1 Steinchen von 0,086 g.

74. Desgleichen nestj., Saerbeck i. W., Frühjahr 1928. Tot aus Nisthöhle.
a) Wenig Käferreste; b) Knäuel von einigen Pflanzenfasern.

75. Desgleichen wie Nr. 74. (Gleiche Nisthöhle.)
a) 3 Schneckengehäuse; b) 5 Tipulidenlarven, aber nur 2 Kopfkapseln; c) zahlreiche Tipulideneier (von der Schnake ist nichts mehr festzustellen); d) Reste von Grasblättchen, Pflanzenfasern.

76. Desgleichen wie Nr. 74.
Mageninhalt gering. a) Wenig Bruchstückchen von Käferpanzern; b) kurzes Stück einer Pflanzenfaser; c) 2 ganz kleine Steinchen.

77. Desgleichen nestj., Saerbeck i. W., 26. Mai 1928.
Aus Nisthöhle.
Bruchstücke von Käfern, so a) 2 Carabidenköpfe; b) 1 *Cantharis* sp.; c) große Mengen von Tipulideneiern, die von mehr als einem Weibchen herrühren dürften, Kopf einer Tipulide, Insektenflügelfragmente; d) einige wenige Reste von Grasblättchen; e) 2 sehr kleine Steinchen.

78. Desgleichen wie Nr. 77. (Gleiche Nisthöhle.)
a) 5 Gehäuse einer kleinen Schneckenart; b) winzige Reste von Käferflügeldecken; c) 2 Kopfkapseln von Tipulidenlarven und Bruchstücke von deren Häuten; d) 1 Erdraupe, e) einzelne Reste von Grasblättchen.

79. Desgleichen wie Nr. 77.
a) Käferreste, so Kopf einer Carabide; b) einige Pflanzenfasern; c) 2 Steinchen.

80. Desgleichen wie Nr. 77.
(Wieder gleiche Nisthöhle.)
a) 2 Schneckengehäuse wie Nr. 78; b) wenig Käferreste; c) 1 vollständiger Balg einer Tipulidenlarvenhaut und 1 Kopfkapsel derselben, Fragmente von weiteren Häuten; d) 4 sehr kleine Steinchen.

81. Desgleichen wie Nr. 77.
a) 1 Schneckengehäuse wie Nr. 78; b) Käferreste u. a. von 1 *Staphylinus* sp.; c) 1 *Agonum sexpunctatum* L.; d) 1 *Pterostichus* sp.; e) 1 Kopfkapsel von Tipulidenlarve; f) Reste einer Tipulidenpuppe; g) 5 Steinchen, sehr gering an Größe und Gewicht.

82. Desgleichen nestj., Saerbeck i. W., Frühjahr 1928.
Tot aus Nisthöhle. Bis Nr. 85 einschließlich gleicher Herkunft.
Käferreste, so von a) *Carabus cancellatus* Illig.; *Cytilus sericeus* Frst.; c) verfilzte Pflanzenfasern, anscheinend von zufällig aufgenommenen Gräsern herrührend.

83. Desgleichen wie vorstehend.
a) Gehäuse einer Schnecke wie Nr. 78; b) Reste mehrerer Käfer, so von 1 *Pterostichus* sp.; c) 2 kleine Steinchen im Gewicht von 0,111 g.

84. Desgleichen wie vorstehend.
a) Beine, Flügeldecken und Käferköpfe, so von 1 *Pterostichus* sp.; b) 1 *Carabus* (*cancellatus*? Illig.); c) unbestimmbarer Raupenbalg; d) 2 Stückchen Schlacke von 0,046 g.

85. Desgleichen wie vorstehend.
a) Stark verdaute Reste einer Insektenlarve; b) sehr kleine Bruchstücke von Käferpanzern; c) Schlackensteinchen im Gewicht von 0,043 g.

86. Desgleichen nestj. aber fast flügge, Essen-Stadtwald, 21. Juni 1941, 8 Uhr.
Vom Hausgarten, Grünflächen und Wald in der Nähe.
a) Einzelne Körperringe eines Diplopoden, vielleicht der Gattung *Julus*: b) 11 Köpfe von Käfern, darunter 8mal Canthariden sowie andere Reste von Canthariden; c) wenigstens 1mal Panorpide, d) 1 Kopfkapsel und 1 Larvenhaut von Tipuliden; e) faserige Pflanzenteilchen; f) anscheinend Reste von Wurstpelle; g) 2 Steinchen.

87. Desgleichen wie vorstehend.
a) Reste von mindestens 2 Canthariden; b) Reste einer großen Raupe; c) feine Halmteilchen von Gräsern. — Keine Steinchen.

88. Desgleichen wie vorstehend.
a) Wenigstens 2 Canthariden, davon 1 *Cantharis obscura* L. (die nach Escherich (II) an Eichenheistern gelegentlich schädlich wird), außerdem 2 Käferköpfe, davon 1 Cantharide; b) 5 Kopfkapseln von Tipulidenlarven und 3 vollständige Tipulidenlarven; c) 6 Teilchen von Eierschalen; d) feine Halmreste von Gräsern; e) 1 kleine Starfeder f) 2 Steinchen (1 Schlackenstückchen).

89. Desgleichen wie vorstehend.
a) Wenig Körperringe von Diplopoden; b) 12 Canthariden, zum Teil *Cantharis pellucida* F.; c) Reste von wenigstens 3 Panorpiden; d) Reste des Hinterleibsendes einer Tipulidenlarve.

90. Desgleichen nestj. fast flügge, Birgte i. W., bei Riesenbeck, 11. Juli 1941.
Mit 3 anderen, Nr. 91—93, lebend aus Nistkasten entnommen. Kasten hängt in Allee-Eiche. Hinter dem Alleebaum Eichenbestand, auch Lärchen und Kiefern vorhanden, an der anderen Seite ausgedehnte Wiesen und Weiden. Es fanden sich zahlreiche tote *Tortrix viridana*-Imagines auf dem Weg vor, verfüttert waren sie in diesen Fällen jedoch nicht.
a) Insektenlarvenkopf; b) eine große Käferlarve, 1 kleiner Käferkopf; c) eine Tipulidenlarve, feinere unbestimmbare Insektenreste.

91. Desgleichen wie vorstehend.
Inhalt des Magens rötlich gefärbt, Grashalmreste aber grünlich.
a) Reste von 6 Acridiiden (Feldheuschrecken); b) 1 Käferkopf und

Kauläden von Käfern; c) 1 Kopfkapsel von Tipulidenlarve; d) Halmfasern.

92. Desgleichen wie vorstehend.
Inhalt des Magens rötlich gefärbt wie Nr. 91.
a) Reste von 3 Acridiiden; b) 2 Köpfe von Curculioniden nebst anderen Resten derselben; c) Halmfasern.

93. Desgleichen wie vorstehend.
Mageninhalt rötlich.
a) Reste von 11 Feldheuschrecken (*Acridiidae*, darunter *Stenobothrus* [Subgen. *Chortippus*] *dorsatus* Zett.); Käferreste, so von b) *Anisoplia* sp.; c) 2 Kopfkapseln von Staphyliniden, vielleicht *Philonthus*; d) Graswurzelfasern.

94. Desgleichen. Saerbeck i. W., 29. April 1942.
Das Stück stammt aus einem Flug Stare, die wiederholt an bestimmter Stelle einer Weide nahrungsuchend beobachtet wurden. Es wurde bewußt als Stichprobe auf Tipuliden geschossen. (Nachmittags.)
Reicher Mageninhalt: a) 3 kleine Schneckengehäuse; zahlreiche Käfer, so wenigstens b) 1 *Carabus nitens* L.; c) 1 *Agonum sexpunctatum* L.; d) 13 *Dryops* sp.; e) 1 *Onthophagus vacca* L.; f) 3 *Aphodius plagiatus* L.; g) 32—35 *Aphodius plagiatus* L. *ab. immaculatus* D. T.; h) Bruchstücke von *Phyllobius* und *Sitona* sp.; i) 1 *Hypera* sp.; j) 1 *Hydrothassa hannoverana* F.; k) 5 *Agriotes sputator* L.; l) 1 Elateridenlarve; m) 3 andere Insektenlarven, n) 8 Kopfkapseln von Tipulidenlarven (5 große und 3 sehr viel kleinere Stücke). Bälge waren nur noch von 6 Stück, aber ohne Kopfkapseln festzustellen, 3 davon waren als zur *oleracea*-Gruppe gehörig auszumachen; o) Reste von 31 Schmetterlingsraupen.

Fringillidae

95. Fringilla coelebs coelebs L. Buchfink ♀. Altenhundem/Lenne, 4. Juni 1942.
9^{30} Uhr nach Nahrungssuche aus stark von *Tortrix viridana* L. befressener Eiche geschossen.
a) 1 Kopf einer Curculionide; b) 1 Spannerraupe; c) 16 *Tortrix viridana* L.-Raupen (meist 5. Stadium); d) geringe andere Insektenreste; e) 5 winzige Stückchen von Steinchen.

Paridae

96. Parus maior maior L. Kohlmeise. Essen-Stadtwald, 23. Juni 1942.
Zwischen 8 und 9 Uhr aus Eiche geschossen, in der sie herumsuchte, während dieselbe von *Tortrix viridana* umschwärmt wurde.
a) Hinterleibsende von Tortriciden-Puppe; b) Hinterleibsende und

andere Teile einer *Tortrix viridana*-Puppe; c) 3 Räupchen; d) Schuppen von Schmetterlingsflügeln, möglicherweise aus den Puppen stammend.

97. Parus caeruleus caeruleus L. Blaumeise juv. Essen-Stadtwald, 23. Juni 1942.
Zwischen 8 und 9 Uhr in einer von *Tortrix viridana*-Imagines beflogenen Eiche herumflatternd.



Abb 1. Mageninhalt eines Buchfinken (Analyse Nr. 95)

a) 11 kleine Blattläuse; b) 5 Dipteren-Tönnchen; c) Hinterende einer *Tortrix viridana*-Puppe und andere Reste derselben; d) Schuppen von Schmetterlingsflügeln, entweder aus den Puppen stammend oder von inzwischen verdauten Imagines herrührend; e) winziges Blattstückchen, wohl mit animalischer Nahrung (Blattläusen usw.) aufgenommen — kein auffälliger Mageninhalt.

98. Parus atricapillus L. Weidenmeise. Gemen i. W. 23. Mai 1942.

Aus Strauch unter Eichen, die von *Tortrix viridana* L. befressen waren, geschossen.
a) 6 Hinterleibsenden von Tortricidenpuppen (nicht *viridana*) und andere Reste davon; b) 1 Spannerräupchen.

Muscicapidae

99. Muscicapa hypoleuca hypoleuca (Pallas) Trauerfliegenschnäpper ♂. Gemen i. W., 22. Mai 1942.
Aus Eiche im Bestand mit *Tortrix viridana*-Auftreten [1]) geschossen. Das Stück vertrieb vor dem Abschuß erst 3mal hintereinander den zur Fütterung seiner in der Nisthöhle befindlichen Jungen anfliegenden Baumläufer, und nachdem dieser gefüttert hatte, nochmals 4mal den anfliegenden Altvogel vom Nistbaum, auf dem sich auch die Trauerfliegenschnäpperhöhle befand.
a) 1 *Phyllobius betulae* F.; b) 1 *Aphodius fimetarius* L.; c) Fragmente von 2 anderen Käferköpfen; d) 1 *Bibio* sp.; e) 3 stark verdaute Raupenbälge.

100. Turdus musicus musicus L. Weindrossel. Saerbeck i. W., 14. Oktober 1927.
Aus Wallhecke in Heide.
a) Käferreste von 3 *Strophosomus* sp.; b) 3 *Lochmaea* sp.; c) 18 Raupenbälge.

101. Desgleichen. Gemen i. W., 14. Oktober 1927.
Käferreste, Flügeldecken, Beine usw., so von a) 3 *Strophosomus capitatus* (Rüßler) Deg., 2 *Strophosomus* sp., Kopf und Halsschild von *Notiophilus* sp. (*Carabide*), Kopf eines Carabiden, Larvenkopf eines Staphyliniden, 2 Flügeldecken von *Sphaeridium bipustulatum* F (*Hydrophilidae*); b) Hautflüglerreste, Hymenopterenthorax, 1 Gallwespe (*Cynipidae*, Anacharitine [zoophag.]); c) Dipterenlarven, Dipterenthorax, Reste einer Fliege; d) vegetabilische Bestandteile. — Keine Steinchen.

102. Desgleichen. Saerbeck i. W., 7. November 1928.
Vormittags aus Wallhecke zwischen Weiden.
a) Insektenlarvenhäute, zahlreiche Chinitinreste von harthäutigen Insektenlarven; b) Spinnen; c) wenig Reste von trockenen Blättern; d) 1 Steinchen.

103. Turdus merula merula L. Schwarzdrossel. Gemen i. W., 12. November 1927.
Aus Kuhweide vorm Ort, die von Krähen, Staren und Drosseln an diesem Tag häufig besucht wurde.
a) 1 Schnecke; b) 4 Asseln; c) 2 Käferlarven; d) 4 Dipterenlarven;

[1]) MANSFELD (1942) stellte bei der Jungenfütterung 5 % Tortrix, auch *Tortrix viridana* unter der Beute fest.

e) 4 Raupen; f) zerstückelte Fruchtsteine; g) Samen der Brombeere (Rubus fructicosus).

104. Desgleichen juv. Altenhundem/Lenne, 24. Juli 1941. Zur Zeit der Stachelbeerreife.
a) Zwei Schneckengehäuse; b) Reste von 2 Curculioniden; c) Ameisen; d) Häute und Kerne der Stachelbeere. — Kein Steinchen.

Hirundinidae

105. Hirundo rustica rustica L. Rauchschwalbe. Saerbeck i. W., 16. September 1942.
Gegen 9 Uhr. Das Stück wurde aus Schwarm von Schwalben, die niedrig über eine Wiese strichen und auch ganz kurz auf den Boden niedergingen, geschossen. Tipulidenflug nennenswerter Stärke war nicht zu beobachten, wohl aber im August.
Mageninhalt dicht gefüllt, zumeist mit Resten von a) Dipteren, darunter: 2 *Tipulidae*, 1 *Empididae*, 4 *Dolichopodidae*, 1 *Musidora* sp. 1 *Lauxania* (*Caliope*?) sp., 1 *Chloropidae*, 5 *Sphaeroceridae* (*Borboridae Cypelidae*); b) Reste einer Hymenoptere (Dr. W. Hennig det.).

Columbidae

106. Columba palumbus L. Ringeltaube. Saerbeck i. W., 2. Oktober 1928.
Aus Kiefer geschossen. Weiden und etwas Acker in der Nähe.
Nur Vegetabilisches. a) Hauptsächlich Reste von Getreidekörnern, 12 ganze und lädierte Weizenkörner; b) 11 Samen von Vicia hirsuta S. F. Gray; c) Steinchen.

107. Desgleichen. Gemen i. W., 11. Oktober 1941.
Im Wald aus Eiche geschossen.
Nur Vegetabilisches. a) Im Kropf: 15 Eicheln und 1 Kupula, Eicheln sonst ohne diese; b) im Magen: 1 Eichel ohne Kupula, Eichelreste und Schalenreste derselben; c) viel Steinchen.

108. Desgleichen. Gemen i. W., 10. Oktober 1941.
Im Wald aus Eiche geschossen.
Kropf und Mageninhalt: a) 1 ganze Eichel, gröbere und feinere Eichelreste; b) viel Steinchen.

109. Desgleichen. Gemen i. W., 16. Oktober 1942.
Nachmittags im Wald aus Buche geschossen. Buchel- und Eichelmast im Revier.
a) im Kropf: 12 Bucheckern; b) im Magen: wenig gröbere, mehr feinere Reste von Bucheckern; c) viel kleine Steinchen (137 Stück, zusammen etwa 5 g, größte Länge der Steinchen etwa 8 mm, geringste Länge 2 mm).

110. Desgleichen. Gemen i. W., 16. Oktober 1942.
Aus Eiche kurz nach Anfliegen geschossen. Örtlichkeit wie Nr. 109. Vorher wurde ein Flug von 10 Tauben hier am Boden unter Buche aufgescheucht. Später flogen diese beiden Stücke an.
Kropf: a) 14 Bucheckern; b) 1 Eichel; Magen: c) 2 Bucheckern und Reste von weiteren Bucheckern; d) 98 Steinchen (klein). Größte Länge dieser 4,5 mm, geringste Länge 2 mm.

111. Desgleichen. Gemen i. W., 1. Dezember 1942.
Nachmittags aus Eiche bald nach Anfliegen geschossen. Bestand Eiche, Buche und Kiefer.
Kropf a) 1 ganze Eichel: Magen: b) Reste von Samenschalen und Keimblättern der Eiche; c) viel Steinchen (vorwiegend Kiesel) zusammen 160 Stück.

Anmerkung: Im Gegensatz zu den beiden Ringeltauben vom 16. Oktober 1942, die überwiegend Bucheckern gefressen hatten, näherte sich der Geschmack dieser erst am 1. Dezember erlegten Taube nach dem Kochen etwas dem gekochter Eichelhäher, was auf die längere Ernährung mit Eicheln zurückgeführt werden darf. Angeregt durch die Mitteilung von BARON GEYER VON SCHWEPPENBURG (1941) sei hier noch mitgeteilt, daß eine am 15. Oktober 1940 bei völlig offener Witterung (ohne Schnee) im Wiesengelände (Essen) aus altem Crataegus geschossene Ringeltaube auch vorwiegend die Beeren von Crataegus gefressen hatte. Eine weitergehende Analyse konnte damals nicht durchgeführt werden.

Charadriidae

112. Numenius arquata arquata (L.). Großer Brachvogel ♀. Saerbeck i. W., 12. April 1928.
Wetter mild. Auf neukultivierter Weide geschossen.
a) 15 Tipulidenlarven und noch 9 Kopfkapseln derselben; b) winzige Moosteilchen und andere Reste vegetabilischer Herkunft, die mit den Insekten aufgenommen sein dürften; c) 1 Holzstückchen von etwa 10 mm Länge und 3 mm Breite; d) 1,113 g Steinchen.

113. Desgleichen. Saerbeck i. W., 15. Juni 1928.
Geschlagen in der Kiefernheide aufgefunden (Weiden ringsum). Kopf fehlte, eine Brustseite gefressen, Eingeweide heraushängend.
a) Sehr viele kleine Bruchstücke von Käfern, Flügeldecken usw.; b) winzige, gelegentlich mit aufgenommene Moosteilchen und andere vegetabilische Reste; c) 1,014 g Steinchen.

114. Desgleichen ♂. Saerbeck i. W., 17. April 1929.
Auf Weide geschossen.
a) Wenigstens 7 Elateriden, 5 davon mit Körpern, aber 4 fehlenden Flügeldecken, 6 einzelne Flügeldecken von Elateriden, 3 Elateridenlarven. 1 Käferkopf; b) 13 Kopfkapseln von Tipulidenlarven, 1 Kopfkapsel mit Teil der Larvenhaut, weitere Reste von Larvenhäuten; c) Reste von Gräsern; d) 23 Steinchen.

115. Desgleichen ♂. Saerbeck i. W., 17. April 1929.

Im Flug über Weide geschossen.

a) Käferreste, so von mehreren Elateriden, 1 Rüßler (*Tychius* sp.), 1 Larve von *Tenebrio obscurus* F.; b) 1 Spinne; c) Reste von Gräsern; d) Steinchen.



Abb. 2. Ausgesuchter Mageninhalt eines Großen Brachvogels (Analyse Nr. 114). Vergr.: 1 : 1,25

Tetraonidae

116. Lyrurus tetrix juniperorum (Brehm) Birkhuhn ♂. Saerbeck i. W., 3. April 1928.

7[15] Uhr auf Weide neben Heide bei mildem Wetter erlegt.

Magen stark gefüllt: a) Hauptinhalt bilden junge Blätter des Weißklees (Trifolium repens L.); b) 6 Kiefernknospen, einige wenige Kiefernnadelspitzen, 2 kurze Stückchen von Kieferntriebenden; c) etwas Moos, mehr Grashälmchen; d) zahlreiche kleine Kieselsteinchen (8,4 g). — Keine Insekten.

Anmerkung. Während eine Rabenkrähe vom gleichen Tag (3. April 1928, Nr. 7 dieser Liste) wenigstens 10 Tipulidenlarven aufgenommen hatte, wies dieser Birkhahn keine auf. Die Art dürfte auch als wesentlicher Tipulidenvertilger nicht in Frage kommen, was mit der Art ihrer Nahrungsbeschaffung zusammenhängen kann. O. und M. Heinroth (IV, S. 91) weisen darauf hin, daß die Tiere nicht scharren und den Schnabel wenig zum Freilegen von Körnern benutzen, im Gegensatz zum Fasan, von dem wir ja auch die Aufnahme bedeutender Mengen von Tipulidenlarven kennen.

117. Desgleichen ♂. Saerbeck i. W., 5. Dezember 1928.

Über Weiden und Heiden im Flug herabgeschossen.

Kropf: a) Zahlreiche Blätter und Stengelstücke von Weißklee, andere dicke Stengel oder Wurzelstücke wahrscheinlich von Weißklee; Magen: b) weniger gut erhaltene Weißkleeblättchen, Stengelteilchen und Wurzelstücke wahrscheinlich von Weißklee; c) viel Steinchen. — Keine Insekten.

118. Tetrastes bonasia rupestris (Brehm) Haselhuhn ♂. Altenhundem/Lenne, 7. Oktober 1937.
Im Eichenschälwald nach Locken erlegt.
Wenig Käferreste, so von a) *Geotrupes* sp.; b) Flügeldecken und Beine wohl von einer Cantharide; c) viel Blätter von Heidelbeeren



Abb. 8. Ausgesuchter Mageninhalt eines Birkhahns (Analyse Nr. 117).
Um $^1/_{10}$ verkleinert

(Hauptinhalt); d) Steinkerne von Rubus sp.; e) Steinkerne von Weißdorn (Crataegus monogyna Jacq.).

Phasianidae

119. Phasianus colchicus L. Jagdfasan ♂. Holthöfen bei Rhynern i. W., 18. Oktober 1941.
Aus Rübenfeld vor Eichenbestand geschossen.
Kropf prall gefüllt mit Inhalt von getrocknet über 10 g Gewicht. Kropfinhalt: a) 1 Blattkäfer (*Phalacrus* sp.); b) 1 Staphylinide; c) 1 *Vespa* sp.; d) 1 Scatomycide; e) *Scopeuma* sp.; f) 2 Spinnenkörper und Beine von Weberknechten (Opiliones); g) Hauptinhalt Früchte von Stellaria media, desgleichen Samen davon; h) einzelne Haferkörner; i) undefinierbare vegetabilische Reste. Mageninhalt: a) Samen, Früchte und deren Reste von Stellaria media: Haupt-

inhalt, wobei die Früchte schon mehr verdaut sind; b) zahlreiche Samen von Rosa sp.; c) desgleichen von Rubus fructicosus; d) sehr viele von Amaranthus sp.; e) 2 von Crataegus monogyna Jacq.; f) weitere von Polygonum lapathifolium L.; g) und Chenopodium sp.; h) viel Steinchen.

120. Desgleichen (jung). Saerbeck i. W., 22. Oktober 1942. Nachmittags im Eichenbestand mit Unterholz und Bodenflora geschossen.
Kropfinhalt: a) Reste der Zangen von etwa 14 Forficuliden, 1 Stück mit Körper; b) 2 Käfer (*Strophosomus capitatus* Deg.); c) 1 Schlupfwespe (*Hemiteles* sp.; Ichneumonide); d) 10 Spinnen; e) 6 Vogelbeeren (Sorbus aucuparia L.); f) etwa 9 Früchte des Faulbaumes (Rhamnus frangula L.); g) 2mal Reste von Gräsern. Mageninhalt: a) Käferreste; b) zahlreiche Steinkerne von Rubus sp. (Brombeeren); c) Samen der Apfelfrüchte der Vogelbeere; d) Steinfrüchte und Samen von Rhamnus frangula L.; e) undefinierbare Samen; f) Steinchen.

Als positiv verlaufene Stichproben auf Tipulidenaufnahme sind die folgenden Nummern anzusehen: 1, 2, 4, 8, 10, 15—17, 19, 20, 23 (Rabenkrähen), 26 (Dohle), 28 (Elster), 38 (Eichelhäher), 53—56, 58, 61—63, 65—67, 69, 72, 73, 75, 77, 78, 80, 81, 90, 91, 94 (Stare), 105 (Rauchschwalbe), 112, 114, (Gr. Brachvogel); für Vertilgung von Bibionidenlarven: 17—19 (Rabenkrähe), 30 (Elster); auf Fraß von Tortriciden: 3 (Rabenkrähe), 25 (Dohle), 37 (Eichelhäher), 95 (Buchfink), 96 (Kohlmeise), 97 (Blaumeise), 98 (Weidenmeise); von Erbsen: 38—40 (Eichelhäher); von Wildkirschen: 45—47 (Eichelhäher); von Weißdornbeeren: Anmerkung zu 111 (Ringeltaube); von Weißklee: 116, 117 (Birkhuhn). Für Rüsselkäfer usw. lassen sich ähnliche Feststellungen treffen. Im einzelnen darf noch erwähnt werden, daß im Gegensatz zu den einleitend (S. 336) erwähnten Untersuchungsergebnissen mit 2,8 und 2,3 % von Rörig und Schleh in unseren Analysen von 16 Stichproben bei Rabenkrähen 13 = 81 % positiv auf Tipulidenvertilgung verliefen. Auf die für Tipuliden positiven Ergebnisse der Analysen bei Mageninhalten von Dohle, Elster, Eichelhäher, Rauchschwalbe und Gr. Brachvogel darf verwiesen werden, zumal an anderer Stelle die Komponente „Vögel" der Tipuliden-Biocönose noch behandelt werden soll. Für Stare sei aber noch mitgeteilt, daß von 38 Stichproben (2 weitere waren leer) auf Tipulidenvertilgung bei nestjungen Staren 23 (= 60,5%) positiv waren. Bei 11 Mageninhalten nestjunger Stare ohne Tipulidenstadien handelte es sich aber doch um solche Stare, desen Geschwister auch mit Tipuliden gefüttert wurden. Ein zum Füttern seiner Jungen (Nr. 70/71) anfliegender Altstar (Nr. 69) hatte Tipulidenlaren gefressen. Diese und eine andere Stichprobe beim Altstar auf Tipulidenvertilgung verliefen positiv. Auch im Wald ihre Jungen großziehende Altstare

fliegen gern zur Nahrungssuche aus dem Laubwald hinaus auf das benachbarte Grünland. So hatte ein schon früher erwähnter Star (GASOW a), S. 473, 1925) von einer Weide kommend und in eine Eiche zurückfliegend 6 Tipulidenlarven im Magen. Auch trotz des Vorkommens von zahlreichen Grünen Eichenwicklern wurden im Wald Tipulidenlarven zur Fütterung eingetragen. So fanden wir noch 1 Tipulidenlarve am 21. Mai 1942 in einem Nistkasten mit 6 lebenden Starjungen, der in einem Alteichenbestand hing.

Gegenüber den eben mitgeteilten Ergebnissen von 42 Stichproben an 40 nestjungen und 2 Altstaren fand RÖRIG (a, S. 40, 1900) in den Mageninhalten von 20 Altstaren nur 1 mal (= 5 %) Schnakenlarven. KLUIJVER (S. 105, 1933) jedoch stellte in 41 Mageninhalten nestjunger Stare 118 Tipulidenlarven und 1 *Tipula vernalis* fest. Bekannt sind die umfangreichen Untersuchungen KLUIJVERS mit der Halsringmethode über die Nahrung, die an nestjunge Stare verfüttert wurde. Er hält danach die Larven der *paludosa* für eine wichtige Nahrungsquelle der Starjungen 1. Brut. So machten Tipulidenlarven in den Jahren 1929, 1930, 1931 jeweils 4,9 %, 14,8 % und 26,8 % des Futters aus, das die Jungen der 1. Brut erhielten. Man erkennt, daß durch die auf einen bestimmten Raum beschränkten Untersuchungen eine örtliche Bedeutung gewisser Nahrungsbestandteile viel deutlicher hervortreten lassen als allgemeinere Untersuchungen von Material aus den verschiedensten Herkünften und während des ganzen Jahres. Jedoch reicht die Entnahme der Tipulidenstadien auf einer bestimmten Fläche durch die Stare zum Zwecke einer biologischen Bekämpfung nicht aus, worauf KLUIJVER für die Jungenfütterung hingewiesen hat und wozu der Verfasser über die Ergebnisse der Massenansiedlung eine vorläufige Mitteilung machte (GASOW, c, S. 14/15, 1936). Laufkäfer (Carabiden) konnten in 21 Exemplaren von uns als Futter bei 13 nestjungen Staren von 38 (= 34 %) gefunden werden. Hierbei ist mit KLUIJVER (S. 107, 1933) zu bedenken, daß die carnivoren Laufkäfer sich nicht nur von schädlichen Insekten ernähren, sondern auch von anderen Carnivoren und Pflanzenfressern, die an Unkräutern vorkommen. Außerdem sind auch schädliche Laufkäfer, wie z. B. Getreidelaufkäfer bekannt. Ähnliches gilt für die Chanthariden, die von KLUIJVER und uns als Nahrung der Jungstare festzustellen waren. In 11 Mageninhalten (= 29 %) von 38 fanden wir Cantharíden, und zwar wenigstens 47 Stück. Zum Teil sind von Käfern dieser Familie schon Pflanzenschädigungen bekannt geworden und ihre vorwiegend carnivoren Larven haben sich mitunter als phytophag erwiesen (vgl. ESCHERICH II, S. 168 ff., 1923 und SORAUER-REH, S. 100, 1932).

Zum Thema „Vögel und Eichenwickler" (vgl. GASOW, a, 1925, v. VIETINGHOFF-RIESCH, b, 1929) können noch einige Angaben gemacht werden.

Bei einer Rabenkrähe (Nr. 3) vom 18. Juni 1926 konnten allein 3 vollständige und die Reste von 24 Puppen des Grünen Eichenwicklers außer vielen anderen Tortricidenpuppen nachgewiesen werden. Bekannt ist ja, daß ganze Schwärme von Rabenkrähen in den Kronen befallener Eichen vorkommen können. Noch am 14. Juni 1939 sahen wir bei Borken i. W. (Pröbsting) Rabenkrähen und Stare in den teilweise sehr stark von *Tortrix viridana* befressenen Eichen. Auch auf Dohlen übt das *viridana*-Auftreten eine Anziehungskraft aus. So hatte denn auch eine Dohle (Nr. 25) vom 2. Juni 1926 neben 27 Tortricidenräupchen 4 *viridana*-Puppen gefressen und am 22. Mai 1942 war ein ganzer Flug Dohlen im Sternbusch bei Gemen i. W. in den Kronen der Eichen anzutreffen. Auch ein Eichelhäher vom 25. Juni 1926 hatte unter anderem neben 4 Tortricidenraupen 1 *viridana*-Puppe und Reste weiterer im Magen. Für den Star wurde eine früher auf den Grünen Eichenwickler mit Erfolg durchgeführte Stichprobe schon (S. 337) erwähnt. Besonders nach dem Ausfliegen der Jungen wurden schreiende Starschwärme in den Kronen der Eichen (Gemen i. W.) festgestellt. So am 12. Juni 1939 und 13 Juni 1939. Dabei konnten am 12. Juni 1939, als der Schwarm von 150—200 Stück sich gerade auf einer Weide befand, beobachtet werden, daß er vorwiegend aus Jungstaren bestand. Als im Jahre 1942 auch das Sauerland unter einer Eichenwicklerplage zu leiden hatte, waren am 2. Juni in Altenhundem schreiende Stare bei der Nahrungssuche in den stark bis sehr stark befressenen Eichen zu sehen. Sie können aber nicht nur vor dem Ausfliegen der Jungen, sondern auch um diese Zeit in entsprechenden Beständen fehlen. In einem kleinen Eichenstück der Vogelschutzwarte in Altenhundem waren die Eichen am 4. Juni 1942 stellenweise vom Gespinst der *viridana*-Räupchen wie mit Seide überzogen. Die Räupchen spannen sich teils ab, teils kletterten sie an ihren Fäden wieder in die Höhe oder befanden sich in dem Gespinst zwischen den Blattresten und Blättern. Es waren solche vorwiegend vom 4. und 5. Stadium. Wenigstens 2 Kohlmeisen waren gleichzeitig in den Kronen der sehr stark befressenen Eichen beschäftigt. Auch Buchfink, Fitis und Waldlaubsänger riefen aus den Wipfeln dieser Eichen. Ein Rotkehlchen sang aus einer derselben. Die Stichprobe auf *viridana*-Aufnahme wurde hier beim Buchfinken (Nr. 95) durchgeführt, und zwar mit gutem Ergebnis. Stare aber waren nicht zugegen. Am 23. Juni 1942 erfolgte Untersuchungen an Kohlmeise und Blaumeise (Nr. 96/97) ließen erst beim Mikroskopieren die Hinterleibsenden je einer *viridana*-Puppe erkennen. Weiter konnten gelegentlich bei Massenauftreten des Grünen Eichenwicklers beobachtet werden: Haussperling, Weiße Bachstelze, Trauerfliegenschnäpper, Waldlaubsänger, Dorngrasmücke, Schwarzdrossel, Rotkehlchen, Großer Buntspecht und Turteltaube. In diesen Fällen wären möglicherweise Stichproben auf *viridana*-Aufnahme positiv verlaufen. Der Haussperling nahm augenscheinlich am 23. Juni

1942 *viridana*-Schmetterlinge vom Boden auf (Essen-Stadtwald, Straße neben Waldstück und Häusern), während die Weiße Bachstelze (bei Riesenbeck) in einer vom Wickler befressenen Eiche herumpickte und in derselben hin und her flog. Am 13. Juni 1939 wurde in Gemen beobachtet, wie ein Trauerfliegenschnäppermännchen mit Nahrung aus einer Eiche abflog, während ein Waldlaubsänger sich gleichzeitig und am gleichen Ort in einer Eiche aufhielt und dort sang und herumflatterte. Die Dorngrasmücke wurde am 22. Mai 1942 nachmittags beobachtet, wie sie in hoher, befressener Eiche herumsuchte und an den *viridana*-Blattfaltungen und deren Resten pickte. Auch ein Schwarzdrosselweibchen flog hier pickend in der von *viridana* befallenen Eiche zwischen den Laubresten umher. Wie in Altenhundem ein singendes Rotkehlchen, so stellten wir bei Saerbeck am 27. Mai 1942 ein Rotkehlchen mit Futter im Schnabel in einer vom Wickler befressenen Eiche fest. Auch der Große Buntspecht suchte an einem Eichenstamm, der mit *viridana*-Räupchen besetzt war (Birgte, 28. Mai 1942) seine Nahrung und die Turteltaube wurde am 21. Mai 1942 bei Gemen aus Kahlschlag mit alten Randeichen gehört und tags darauf in einer befressenen Eiche beobachtet.

Zur Aufnahme von Erbsen durch Eichelhäher (Nr. 38—40) ist noch zu bemerken, daß diese Tatsache im Forsthaus Hubertusburg bei Gemen bekannt war, nicht aber von Rörig bei 110 untersuchten Exemplaren (S. 37 ff., 1900) und weiteren 194 Exemplaren (S. 110, 1905) festzustellen war, während sie im Handbuch von Sorauer-Reh (S. 854, 1932) Erwähnung findet. Auch hier zeigte sich somit der Wert einer Stichprobe bei Verdacht auf bestimmte Nahrung. Ähnliches gilt für das Fressen von Stachelbeeren durch die gleichen Vögel (Nr. 44 und 47). Stachelbeeren werden übrigens in der Zusammenstellung von Ludwig Schuster (S. 295, 1930) für den Eichelhäher noch nicht aufgeführt.

Nach den Untersuchungsergebnissen von Mageninhalten des Eichelhähers im Sommer (Nr. 37, 39, 44, 45 und 48) können entgegen der Annahme Rörigs (S. 45, 1900) auch in den Sommermonaten Steinchen im Eichelhähermagen vorkommen. Möglicherweise bleiben sie aber weniger zahlreich.

Offenbar bildete die Wildkirsche (Prunus avium L.) einen Anziehungspunkt für die Eichelhäher (Nr. 45—47). Während sonst in diesen Tagen nur selten ein Häher angtroffen wurde, waren bei der Wildkirsche oder in ihrer Umgebung, wie erwartet wurde, an 2 aufeinanderfolgenden Tagen Häher. Alle 3 geschossenen Exemplare hatten denn auch Fruchtsteine der Wildkirsche im Magen. (Diese Früchte werden für den Eichelhäher von Rörig [S. 38, 1900 und S. 110, 1905] nicht vermerkt.)

Die in der Anmerkung zu Nr. 111 erwähnten Weißdornbeeren als Mageninhalt einer Ringeltaube wurden begreiflicherweise von Rörig (S. 48/49, 1900) in 6 Magen und später (S. 115, 1905) in 14 Magen nicht

vorgefunden und sind auch in der Liste LUDWIG SCHUSTERS (S. 300, 1930) noch nicht enthalten.

Weißklee wird für das Birkhuhn (Nr. 116, 117) von RÖRIG (S. 49/50, 1900) nicht erwähnt, was mit der Herkunft des Untersuchungsmaterials zusammenhängen dürfte. Lediglich Weiskleeköpfchen werden 1 mal (S. 116, 1905) für 98 Mageninhalte genannt. Für weitere Einzelheiten darf auf die Analysen als Stichproben selbst verwiesen werden.

Auch sonst können derartige Stichproben interessante Aufschlüsse über einzelne Lebensbilder geben, unter Umständen abweichend von der üblichen Auffassung und den allgemeinen Ergebnissen. Nicht nur die Untersuchungen von Mageninhalten, auch solche von Nahrungsbestandteilen der Jungenfütterung (Halsringmethode), von Rupfungen, von Beuteresten am Brutplatz und Horstbeobachtungen selbst können unsere Kenntnis in einer solchen Weise bereichern. Es sei hierzu noch erwähnt, das Verhalten von Saatkrähen als Eierräuber, von Habichten jungen Fasanen gegenüber, von Sperbern gegen junges Haselwild und ferner von Steinkäuzen gegen Vögel im Gehölz und Schilf. Im Wolga-Naturschutzgebiet treten nämlich beispielsweise nach GROTE (S. 76, 1939) Saatkrähen inmitten von Siedlungen der Reiher, Kormorane und Sichler als Nestplünderer auf, indem sie die Eier der Reiher- oder Kormorangelege aufhacken und austrinken, sobald die Gelege vorübergehend offen daliegen. An einem Habichtshorst im Niederländischen Nationalpark „De Hoge Veluwe“ wurden, wie G. J. H. EBBINGE-WUBBEN (S. 57, 1940) mitteilte, als Futter für 4 Junghabichte vom 1.—7. Juli unter andern 8 junge Fasanen herangebracht; keine andere Tierart war so häufig vertreten unter der Beute. Zahlreicher noch schlug ein Sperbermännchen junges Haselwild, nachdem sein Weibchen das Leben verloren hatte. Er brachte für seine Jungen 36 junge Haselhühner und ein Auerküken herbei, ohne aber davon auszuteilen (ROSENIUS nach UTTENDÖRFER, S. 15, 1939). Bemerkenswerte Beutereste stellte schließlich HAVERSCHMIDT (S. 57, 1940) an einem Brutplatz des Steinkauzes in einer Kopfesche, die in einer nicht benutzten Entenkoje mit Gehölz und Schilf stand, fest. Es zeigte sich, daß diese Steinkäuze auch in unmittelbaren Umgebung des Brutplatzes Beute schlugen, denn die Entenkoje mit Baumbestand und Schilf war in verhältnismäßig weitem Umkreis inmitten von Weideland der einzige geeignete Nistplatz für Ringeltaube und Teichrohrsänger. Von den an dem genannten Brutplatz des Steinkauzes gefundenen Beutetieren wurden Teichrohrsänger, Baumpieper, Ringeltaube und Grünfüßiges Teichhuhn von UTTENDÖRFER (1939), worauf HAVERSCHMIDT besonders hinweist, als Steinkauzbeute nicht aufgeführt, was auch, wie die Analysen von Mageninhalten als Stichproben für die angewandte Ornithologie von Interesse ist. Denn je zahlreicher die verschiedenen Lebensbilder von der örtlichen Ernährungsweise einer Vogelart sind, um so gründlicher kann ihre allgemeine wirtschaftliche Bedeutung herausgearbeitet werden. Für die Darlegung dieser genügt es offenbar noch nicht, nur

Material, das sich über das ganze Jahr verteilt, zu erhalten, notwendig ist vielmehr dabei die Berücksichtigung möglichst vieler land- und forstwirtschaftlicher Herkünfte aus verschiedenen Landschaften.

An dieser Stelle möchte ich für die gütige Unterstützung bei der Bestimmung des Untersuchungsmaterials den Herren Professor Dr. BRUNNER (Hamburgisches Institut für Angewandte Botanik, Hamburg), Dr. W. HENNIG, Dr. P. KOTTHOFF, Münster, R. KORSCHEFSKY, Berlin-Dahlem, Dr. H. SACHTLEBEN, Berlin-Dahlem (Deutsches Entomologisches Institut), Dr. M. SCHMIDT Müncheberg, noch besonders danken.

Sehr zu Dank verpflichtet bin ich auch für Hilfe bei der Beschaffung von Beobachtungsmöglichkeiten und Material den Herren Kammerdirektor HANS BUSSHOFF, Velen (Landsbergsche Verwaltung), Bürgermeister FR. HUFELSCHULTE, Holthöfen, Ortsbauernführer FRANZ OTTMANN, Saerbeck, SEBAST. PFEIFER, Frankfurt a. M., Revierförster i. R. KLEMENS THOMASKY, Gemen, Revierjäger WEFER, Saerbeck und Direktor Dr. WINKELMANN in Münster i. W. (Pflanzenschutzamt der Landesbauernschaft).

Schrifttum

EBBINGE WUBBEN, G. J. H., Havikprooien. Ardea Jahrg. 29, S. 57, 1940.

ESCHERICH, K., Die Forstinsekten Mitteleuropas II. Bd., 1923.

GASOW, HEINR., a) Der Grüne Eichenwickler als Forstschädling. Arbeiten aus der Biolog. Reichsanstalt 12. Bd., S. 468 ff., 1925.

— — b) Die Krähen als Vertilger schädlicher Insekten, insbesondere der „Wiesenwürmer". Landw. Zeitung f. Westf. u. Lippe 82. Jahrg., S. 590 ff., 1925.

— — c) Vogelschutz als Tierschutz, Naturschutz und Schädlingsbekämpfung. Ulmer S. 14—16, 1936.

GEYR V. SCHWEPPENBURG, Grünzeug als Ringeltaubennahrung. Ornith. Monatsber. 49. Jahrg., S. 59, 1941.

GROEBBELS, FRANZ, Der Vogel. I. Bd. Atmungswelt und Nahrungswelt. 1932.

GROTE, H., Die Saatkrähe als Eierräuber. Beitr. z. Fortpflanzungsbiologie d. Vögel 15. Jahrg., S. 76—77, 1939.

HAVERSCHMIDT, FR., Prooiresten by Steenuilenbroedsels. Ardea Jahrg. 29, S. 56—57, 1940.

HEINROTH, O. u. M., Die Vögel Mitteleuropas usw. Bd. IV, Nachtrag 1931.

KLUIJVER, H. N., Bydrage tot de Biologie en de Ecologie van den spreeuw gedurende zyn vootplantingstyd. Verslagen en mededeelingen van d. plantenz. Dienst te Wageningen No. 69, 1933.

MANSFELD, K., Zur Ernährung des Trauerfliegenschnäppers in Wald und Obstgarten. Anzeiger f. Schädlingskunde 18. Jahrg., S. 66 ff., 1942.

RÖRIG, G., a) Magenuntersuchungen land- und forstwirtschaftlich wichtiger Vögel. Arbeiten aus der Biolog. Abteilung f. Land- und Forstwirtschaft 1. Bd., S. 1 ff., 1900.

— — b) Die Krähen Deutschlands in ihrer Bedeutung für Land- und Forstwirtschaft. Arbeiten aus der Biolog. Abteilung f. Land- und Forstwirtschaft 1. Bd., S. 285—391, 1900.

— — c) Untersuchungen über die Nahrung unserer heimischen Vögel, mit besonderer Berücksichtigung der Tag- und Nachtraubvögel. Arbeiten aus der Biolog. Abteilung f. Land- und Forstwirtschaft 4. Bd., S 51 ff., 1905.

SCHLEH, Nutzen und Schaden der Krähen. Arbeiten der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft Heft 91, 1904.

SCHUSTER, LUDWIG, Über die Beerennahrung der Vögel. Journal für Ornithologie Bd. 78, S. 273, 1930.

SORAUER-REH, Handbuch der Pflanzenkrankheiten. V. Bd. Tierische Schädlinge an Nutzpflanzen 2. Teil, 1932.

UTTENDÖRFER, O. und Mitarbeiter, Die Ernährung der deutschen Raubvögel und Eulen und ihre Bedeutung in der heimischen Natur. 1939.

VIETINGHOFF-RIESCH, A. FRH. VON, a) Magenanalysen heimischer Vögel als Bausteine zur Erkenntnis des Verhältnisses zwischen Vogel und Insekt. Zeitschr. f. angew. Entomol. Bd. XI, S. 309 ff., 1925; Bd. XV, S. 646 ff., 1929.

— — b) *Tortrix viridana* L. und die Vögel. Anzeiger f. Schädlingskunde S. 20 bis 22, 1929.

Weitere Beobachtungen zur Lebensweise der Kiefernschonungsgespinstblattwespe, Acantholyda erythrocephala L.

Von

F. SCHWERDTFEGER, Eberswalde

1. Vorbemerkung

In einer früheren Veröffentlichung (1941) wurde ein ungewöhnlich starkes Massenauftreten der im allgemeinen nicht zu Gradationen neigenden Kiefernschonungsgespinstblattwespe geschildert, das im Netze-Warthe-Gebiet zunächst im Forstamt Waitze bei Schwerin (Warthe) beobachtet wurde und Gelegenheit zur Erweiterung unserer Kenntnisse über Bionomie, Ökologie, Schaden und Bekämpfung des Insekts gab. Die Massenvermehrung, die bei der Niederschrift der genannten Veröffentlichung im Jahre 1940 im wesentlichen auf das genannte Forstamt beschränkt zu sein schien, erwies sich im Lauf der nächsten Jahre als wesentlich weiter ausgedehnt. Sie erfaßte große Waldflächen in einem Gebiet, das begrenzt wird durch den Unterlauf der Netze und den Teil der Warthe, der diesem etwa parallel läuft, und zwang zu umfangreichen Bekämpfungsmaßnahmen, die in sechs Forstämtern und zwei Privatforstrevieren während der Jahre 1941, 1942 und 1943 in Gestalt von Flugzeugbestäubungen auf 4352, 7146 und 1192 ha ausgeführt wurden. Eine zusammenfassende Darstellung der Bestäubungsaktion, die zu einem vollen Erfolg führte, wird an anderer Stelle gegeben.

Kriegsbedingte Personalknappheit und Überhäufung mit anderen, besonders praktischen Arbeiten ließen leider eine biologische Bearbeitung der Gradation nicht zu. Es war Verfasser nur möglich, gelegentlich kleine Untersuchungen anzustellen und einige von den Revierbeamten gemachte, auf Fragebogen erfaßte Beobachtungen auszuwerten. Die Ergebnisse dieser zwangsläufig bescheidenen Arbeit sollen nachfolgend als Ergänzung der erstgenannten Veröffentlichung dargestellt werden.

Eine Beschreibung des Beobachtungsgebietes und der Geschichte des Schädlingsauftretens ist in der genannten Veröffentlichung sowie in der zusammenfassenden Darstellung der Bekämpfungsmaßnahmen gegeben. Hier sei nur zum Verständnis des Folgenden wiederholt, daß

das von Netze und Warthe begrenzte Waldgebiet riesige Flächen umfaßt, die als Folge des katastrophalen Forleulenfraßes 1922—1924 kahlabgetrieben werden mußten und dann mit reiner Kiefer aufgeforstet wurden. Heute finden sich in den Forstämtern Waitze, Lubiathfließ, Hammerheide, Birnbaum, Zirke und Wronke sowie in den Gutsforsten Schweinert und Neuhaus ungewöhnlich große Kiefernkulturen und -dickungen, die zusammen eine Fläche von rund 40 000 ha einnehmen. Sie waren Schauplatz einer Massenvermehrung von *Acantholyda erythrocephala* L., deren erste Anzeichen in Gestalt von Fraßschäden 1937 in Waitze bemerkt wurden, und die sich bis zu den Jahren 1940 und 1941 an Umfang und Stärke ständig steigerte. Die im Jahre 1941 einsetzende, drei Jahre andauernde Bekämpfung machte der Vermehrung ein Ende und führte die Populationsdichte des Insekts auf ein normales Maß zurück.

2. Phänologie

Die Aufzeichnungen der Revierbeamten über die Erscheinungszeiten der Kiefernschonungsgespinstblattwespe in den vier Beobachtungsjahren 1940—1943 ergeben zusammengefaßt folgendes Bild:

	1940	1941	1942	1943
Beginn des Wespenfluges . . .	15. 4.	15. 5.	9. 5.	22. 4.
Hauptflugzeit	2.—10. 5.	20.—25. 5.	20.—28. 5.	27. 4.—8. 5.
Ende des Wespenfluges	30. 5.	5. 6.	3. 6.	14. 5.
Dauer der Flugzeit in Tagen .	46	22	26	23
Dauer der Hauptflugzeit in Tagen	9	6	9	12
Beginn der Eiablage	3. 5.	20. 5.	25. 5.	26. 4.
Schlüpfen der ersten Larven . .	25. 5.	5. 6.		
Zeitdauer zwischen erster Eiablage und erstem Larvenschlüpfen in Tagen	22	16		
Hauptfraßzeit	17.—27. 6.	9.—20. 6.	14.—24. 6.	1.—10. 6.
Dauer der Hauptfraßzeit in Tagen	11	12	11	10
Beginn des Abbaumens der Larven	20. 6.	2. 7.	2. 7.	20. 6.
Ende des Abbaumens der Larven		20. 7.	18. 7.	3. 7.
Dauer des Abbaumens in Tagen		19	17	14

Die Daten sind aus den Beobachtungen in den fünf Forstämtern Waitze, Lubiathfließ, Hammerheide, Birnbaum und Wronke gemittelt. Die Einzelangaben entsprachen sich meist weitgehend. Wo Unterschiede von mehreren Tagen auftreten, dürften sie auf tatsächlichen örtlichen, insbesondere kleinklimatischen Verschiedenheiten oder auf nicht zu vermeidenden Irrtümern bei den Einzelbeobachtungen beruhen. Selbstverständlich können die Zahlen, beispielsweise Beginn des Wespenfluges 1941 am 15. Mai, n i c h t bedeuten, daß an diesem Tage im ganzen Befallsgebiet die ersten Wespen flogen; je nach den örtlichen Gegebenheiten setzte ihr Flug hier etwas früher, dort etwas später ein. Wenn in der Tabelle der Einfachheit halber nur ein Tag angegeben ist,

muß jeweils ein Spielraum von einigen Tagen vorher und hinterher eingeräumt werden.

Die Erscheinungszeiten weisen in den vier Beobachtungsjahren wesentliche Unterschiede auf. 1940 beginnt der Wespenflug am 15. April, 1941 einen ganzen Monat später. Zweifellos ist für diese Verschiedenheiten die jeweilige Witterung maßgeblich: das Monatsmittel der Lufttemperatur war im Beobachtungsgebiet für den Monat April 1941 um 2,3 °C geringer als 1940. Im Lauf der Entwicklung gleichen sich die Unterschiede etwas aus: die Differenzen zwischen den Erscheinungszeiten in den Jahren mit frühesten und spätesten Daten betragen beim Beginn des Wespenflugs 30 Tage, beim Beginn der Eiablage 29 Tage, beim Beginn der Hauptfraßzeit 16 Tage, beim Beginn des Abbaumens der Larven 12 Tage. Im übrigen bedürfen die Zahlenangaben keiner Erläuterung.

3. Wespe

Der Wespenflug ist nicht an eine bestimmte Tageszeit gebunden, wird aber sehr stark von der Temperatur beeinflußt; so zeigte sich stärkster Flug meist um die wärmste Tageszeit, in den Mittags- und frühen Nachmittagsstunden. Reger Flugbetrieb herrschte an sonnigen, windstillen Tagen, während kühles, regnerisches und windiges Wetter kein oder nur schwaches Schwärmen aufkommen ließ. Bei Wind mit Sonnenschein konnte lebhafter Flug im Windschatten an Birken oder dicht am Boden beobachtet werden.

4. Ei

Die Ablage der Eier erfolgte vornehmlich an warmen, sonnigen und windgeschützten Örtlichkeiten, also an Süd- und Westhängen und in Niederungen. Die schon 1941 mitgeteilte Beobachtung, daß bei der Eiablage Kiefern mit feiner, schwacher Benadelung bevorzugt werden, konnte immer wieder bestätigt werden. Besonders stark belegt wurden Bankskiefern, die, wenn sie zwischen gemeinen Kiefern eingestreut waren, einen wesentlich höheren Eibesatz aufwiesen als jene. Das in früheren Untersuchungen gewonnene Ergebnis, daß die mittleren Kronenteile der Kiefern stärker mit Eiern belegt werden, konnte ebenfalls durch entsprechende Beobachtungen erhärtet werden; doch fanden sich auch durch besondere Verhältnisse bedingte Abweichungen: nach windigem, kaltem Wetter während der Eiablage fanden sich die meisten Eier an den unteren Baumteilen.

Im Jahre 1943 wurden 100 in Waitze eingesammelte Gelege auf die Zahl der in den Eizeilen enthaltenen Eier geprüft. Es enthielten

1	2	3	4	5	6 Eier
5	36	38	14	4	3 Gelege.

Im Vergleich zu den 1940 ausgeführten Zählungen, welche meist Gelege mit 1 Ei und in rasch absinkender Häufigkeit solche mit mehr

Eiern ergaben, ist also hinsichtlich der am zahlreichsten vorkommenden Gelege eine klare Verschiebung zu den Stufen der zwei- und dreieiigen eingetreten. Da 1940 die Populationsdichte der Wespen sehr hoch, 1943 dagegen gering war, dürften die Untersuchungsergebnisse der beiden Jahre die früher geäußerte Vermutung bestätigen, daß das Überwiegen der Einzelablagen und der kurzen Eizeilen im Jahre 1940 auf den überaus hohen Wespenbesatz zurückzuführen war, der zu Störungen der eierlegenden Weibchen durch andere Wespen, namentlich durch die Männchen, führte. Andererseits liegen auch bei geringer Bevölkerungsdichte im Jahre 1943 die häufigst vorkommenden Gelegegrößen unter den Angaben des früheren Schrifttums, nach denen die Zeilen 3 bis 12 Eier enthalten sollen (Escherich).

Aufschlußreich war die Beobachtung der Eisterblichkeit in den einzelnen Jahren. 1940 war, wie schon früher berichtet, die Mortalität sehr gering gewesen: von 99 in Waitze gesammelten Eiresten waren 94 leere Eischalen mit Schlupföffnungen normal ausgekommener Larven; 3 waren dunkel verfärbt und offenbar eingetrocknet, 2 waren schwärzlich und geschrumpft, anscheinend von einer Wanze ausgesogen. 1941 trat ebenfalls keinerlei ins Auge fallende Mortalität im Eistadium auf. Im Jahre 1942 wurden in Lubiathfließ und Hammerheide schwarzverfärbte Eier beobachtet: die Untersuchung ergab eine Parasitierung durch *Trichogramma evanescens* Westw. Örtlich wechselnd mögen 10—20 % der Eier parasitiert gewesen sein. Im letzten Beobachtungsjahr, 1943, fiel aller Orten der hohe Anteil verfärbter Eier auf: die Eier waren braun in verschiedenen Tonabstufungen, verschiedentlich auch eingefallen. Von 282 aus Waitze stammenden Eiern waren 67 % gebräunt und abgestorben; stellenweise war die Mortalität noch höher. Als Ursache dieser Erscheinung ist mit großer Wahrscheinlichkeit der in der Nacht vom 19. zum 20. Mai, also inmitten der Eizeit aufgetretene, ungewöhnlich starke Spätfrost anzusehen, der nach Messungen bei Forsthäusern —6 und —7 °C, im offenen Gelände und namentlich in Mulden und Niederungen aber sicher noch tiefere Kältegrade erreichte. Irgendwelche Anzeichen für eine biotische oder sonstige abiotische Erkrankung lagen bei den gebräunten Eiern nicht vor. Neben den braunen Eiern wurden auch glänzend-schwarze gefunden, im allgemeinen vereinzelt, in Lubiathfließ und besonders in Hammerheide in größerer Menge; sie erwiesen sich als trichogrammiert. Eine Probe von 200 Eiern aus Hammerheide lieferte 80 % Parasitierte. *Trichogramma* hatte also gegenüber dem Vorjahr ihre Wirkung beträchtlich erhöht. Beide Mortalitätsfaktoren, Parasitierung und vermutlich Spätfrost, haben zusammen mit anderen, nicht ins Gewicht fallenden, wie Wanzen, Kamelhalsfliegen und Ameisen, gewaltig unter den Eiern aufgeräumt; örtlich wechselnd sind im Jahre 1943 schätzungsweise nur 5—15 % der abgelegten Eier zum Schlüpfen gekommen.

5. Larve

Soweit zur Zeit des Spätfrostes im Mai 1943 schon Larven vorhanden waren, wurden auch diese anscheinend von ihm geschädigt. Es fanden sich vereinzelt tote Räupchen auf den Eiern, zum Teil erst halbgeschlüpft, häufig saßen Jungraupen tot im Gespinst, Erscheinungen, die in früheren Jahren nicht beobachtet wurden und mit großer Wahrscheinlichkeit auf den Spätfrost zurückzuführen sind. In späteren Stadien der Larvenentwicklung ist die Mortalität relativ gering gewesen. Von 198 halbwüchsigen, dem Gespinst entnommenen Larven waren 88 % gesund, 12 % tot.

Eine im Juni 1943 vorgenommene Auszählung der Larven in einer Probe von 100 Gespinsten ergab, daß einen Besatz von

1	2	3	4	5	6 Larven
39	38	14	6	1	2 Gespinste

aufwiesen. Gegenüber der Zählung von 1940, bei der in der Regel 1—35, meist 6—10 Larven und maximal 84 Larven in einem Gespinst gefunden wurden, zeigt sich ein ganz anderes Bild, offenbar verursacht durch die stark herabgeminderte Populationsdichte.

Die Beobachter berichten übereinstimmend, daß der Fraß der Raupen am stärksten bei warmem, sonnigem Wetter war, während Kälte, Regen und Wind ihn ungünstig beeinflußten. Im Vorjahr schon stärker geschädigte Kiefern wurden wiederum befressen.

Wie bereits im Jahr 1940 trat auch in den folgenden Jahren die Schlupfwespe *Xenoschesis fulvipes* (Grav.) Schmdk. in örtlich sehr wechselnden, zum Teil großen Mengen auf. Sie schwärmte während der Larvenzeit des Schädlings massenhaft an manchen Kiefern, wo sie wohl Windruhe, Sonnenschein und vielleicht auch Blattlaushonig fand. An anderen Stellen suchte man sie vergeblich. Die gradologischen Auswirkungen dieser Schlupfwespe waren geringfügig. Nach diesbezüglichen Untersuchungen waren im Winter 1940/41 von 600 in Lubiathfließ gesammelten Erdlarven 5 % parasitiert, außerdem fanden sich Schlupfwespenkokons, die etwa 5 % der Schädlingsmenge ausmachten. 1941/42 waren in Lubiathfließ von 1749 Erdlarven 11 %, in Hammerheide von 600 Erdlarven 1 %, in Waitze von 474 Larven 3 % und in dem weiter entfernt gelegenen, schwachen Befall aufweisenden Forstamt Plietnitz von 300 Larven 2 % parasitiert; in der letzten Probe fanden sich unter 931 Schädlingen 5 Schlupfwespenkokons und 12 Raupenfliegentönnchen. Im Winter 1942/43 waren in Lubiathfließ von 100 Erdlarven 4 %, in Hammerheide von 1000 Larven 1 % parasistiert. Die geringe Auswirkung des während des Fluges recht auffälligen und zahlenmäßig sicherlich beträchtlichen Besatzes von *Xenoschesis*, die sich auch während des Fortschreitens der Gradation und trotz — oder infolge? — der Verminderung der Schädlingspopulation nicht steigerte, ist wahrscheinlich auf die bekannte Eigenschaft der *Acantholyda*-Larven zurückzuführen, in ihrem Körper abgelegte Para-

siteneier durch Abkapselung unschädlich zu machen (s. SCHWERDTFEGER 1943, S. 289/90).

Eine während der Larvenfraßzeit in auffälliger Zahl schwärmende Schlupfwespe bestimmte mein Mitarbeiter Dr. THALENHORST als *Eulimneria* spec., vermutlich *crassifemur* Thoms. Wahrscheinlich hat sie sich auch als Parasit der Gespinstblattwespe betätigt.

Sonstige Feinde der fressenden wie auch der im Boden ruhenden Larven sind, soweit die oberflächliche Beobachtung dies erkennen ließ, in nennenswertem Umfang nicht aufgetreten. Untersuchungen von Erdlarven lieferten zuweilen einen geringen Prozentsatz „kranker“ und toter Individuen, die wahrscheinlich einer Bakterieninfektion zum Opfer gefallen waren. An manchen Stellen, namentlich im Forstamt Birnbaum, brach das Schwarzwild stark in den Jagen, die höheren Besatz des Schädlings aufwiesen.

6. Generationsdauer

In früheren Untersuchungen konnte bereits festgestellt werden, daß die bisher allgemein von den Autoren unterstellte Annahme einer einjährigen Generationsdauer (s. ESCHERICH) nicht in allen Fällen zutrifft. Um in die offenbar verwickelten Generationsverhältnisse Einblick zu erhalten, wurden zwei Versuche ausgeführt.

Im Juni 1940 wurden aus Waitze dicht mit erwachsenen Larven besetzte Zweige nach Eberswalde gebracht und im Versuchsgarten des Instituts auf einer von Bodenvegetation fast freien und sicherlich mit *Lyda*-Larven nicht infizierten Fläche zusammengesteckt. Frische Zweige wurden mehrmals hinzugefügt, so daß den Larven geeignetes Futter stets zur Verfügung stand; sie begannen bereits in den nächsten Tagen in den Boden einzuwandern; ein weiteres Umherlaufen wurde ihnen durch Abgrenzung der Fläche mit geleimten Brettern verwehrt. Nach kurzer Zeit waren sämtliche Larven, etwa 50 Stück, auf der etwa 4 qm großen Fläche in den Boden gegangen.

Im nächsten Frühjahr, 1941, wurde die Fläche vom 15. April ab mit einem Gazetuch überspannt; täglich wurde kontrolliert, ob Wespen geschlüpft waren. Die Beobachtungen liefen bis zum 30. Mai. Vom 13.—20. Mai schlüpften 9 männliche, vom 14.—22. Mai 13 weibliche Wespen. Die Fläche blieb dann unberührt bis zum Frühjahr 1942, wo sie wiederum vom 27. April bis 3. Juni unter Kontrolle gestellt wurde: am 18. und 27. Mai schlüpfte je ein Weibchen. Die dritte gleichartige Kontrolle vom 19. April bis 25. Mai 1943 lieferte keine *Acantholyda erythrocephala* mehr. Der Versuch beweist, daß die Generation ein- und zweijährig sein kann. Aus dem Zahlenverhältnis der in den beiden Jahren geschlüpften Wespen zu schließen, daß überwiegend einjährige Generationsdauer vorkomme, ist nicht angängig, da die besonderen Umstände eingewirkt haben können und die Mortalität der Erdlarven hoch gewesen sein mag. Auch lassen die geringen Individuenzahlen

keine Rückschlüsse auf das Geschlechterverhältnis zu. Doch zeigte sich 1941 eine recht deutliche Protandrie.

Ein anderer Versuch wurde in folgender Weise ausgeführt: In der Südwestecke der stark von der Blattwespe befallenen Kultur Jagen 180 im Forstamt Waitze wurde Anfang Mai 1940 eine Fläche von 30 × 30 m² abgebuscht; die abgehauenen Kiefern wurden von der Fläche entfernt. Der Boden enthielt zahlreiche Erdlarven, die aus den im Frühjahr 1939 und früher abgelegten Eiern stammten. Eine weitere Belegung mit neu hinzukommenden Larven konnte nach dem Abbuschen nicht mehr erfolgen, weil die Larven regelmäßig in unmittelbarer Nähe des Fraßbaumes in den Boden gehen, Fraßbäume auf der Fläche aber nicht mehr vorhanden waren. In bestimmten Abständen wurden Probesuchen nach Erdlarven durchgeführt, indem an fünf verschiedenen Stellen der Versuchsfläche je 1 qm in Gestalt eines Kreises mit 55 cm Radius bis zu 15 cm Tiefe durchsucht wurde. Den Mittelpunkt der kreisförmigen Suchfläche bildete jeweils ein Stammfuß einer abgebuschten Kiefer, da erfahrungsgemäß die meisten Larven in der Nähe des Stammfußes, innerhalb des Kronenbereichs zu finden sind (SCHWERDTFEGER 1941). Bei den Probesuchen fanden sich auf jeweils 5 qm

	Erdlarven	davon Pronymphen %
am 12. 6. 1940	113	0
„ 7. 8. 1940	88	5
„ 6. 9. 1940	50	86
„ 5. 10. 1940	129	72
„ 7. 11. 1940	136	81
„ 7. 12. 1940	50	76
„ 7. 3. 1941	115	81
„ 8. 4. 1942	26	76
„ 6. 10. 1942	0	

Die ersten 7 Suchen vom 12. Juni 1940 bis zum 7. März 1941 umfassen fast den gesamten Zeitraum zwischen zwei Flugzeiten. Im Mittel wurden 97 Erdlarven je 5 qm gefunden, von denen ab 6. September 1940 durchschnittlich 79 % Pronymphen waren. Die Reihe ist bereits in der Veröffentlichung von 1941 benutzt worden, um zu zeigen, daß sich ab Anfang September der Anteil der im nächsten Frühjahr schlüpfenden Individuen an den Puppenaugen erkennen läßt. Im folgenden Jahr wurden am 8. April 1942 noch 26 Erdlarven gefunden, von denen 76 % Pronymphen waren und im Mai als Wespen aus dem Boden verschwanden. Der Rest von 24 % oder 6 Eonymphen hätte bei der nächsten Suche am 6. Oktober 1942 gefunden werden müssen. Tatsächlich fand sich nicht eine Erdlarve, obwohl die Suchfläche auf das Dreifache des Normalen, auf 15 qm erhöht wurde. Wie das Verschwinden des Restbelages zu erklären ist, ob, was unwahrscheinlich ist, sich die Eonymphen bis zur Flugzeit des gleichen Jahres noch zu Wespen entwickelt haben, oder ob die Larven abgestorben sind, muß dahingestellt bleiben. Einwandfrei ergibt sich aber, daß aus den Eiern, die spätestens im Frühjahr 1939 abgelegt sein konnten, noch im April

1942 Pronymphen vorhanden waren, daß also die Generationsdauer mindestens drei Jahre betragen hat. Da die Eiablage auch vor 1939 erfolgt sein kann, da weiterhin Eonymphen über die Flugzeit 1942 hinaus übergelegen haben können, ist die Möglichkeit einer mehr als dreijährigen Generationsdauer gegeben.

Durch Kombination der Ergebnisse beider Versuche ist der sichere Nachweis erbracht, daß die Generationsdauer von *A. erythrocephala* 1 Jahr, 2 Jahre und 3 Jahre beanspruchen kann. Eine noch längere Entwicklungsdauer ist möglich, aber nicht erwiesen.

7. Mortalität der Erdlarven

Der oben geschilderte Versuch gab einen kleinen Einblick in die Mortalität der Erdlarven. Die Zahlen der Erdlarven, die bei 5 verschiedenen Probesuchen in der Zeit zwischen dem 12. Juni 1940 und dem 7. März 1941 gefunden wurden, zeigen zwar erhebliche Unterschiede, aber keine fallende Tendenz: bei der ersten Suche wurden 113, bei der letzten 115 Larven auf 5 qm gefunden; sämtliche Zahlen schwanken um einen Mittelwert von 97 Larven je 5 qm. Es darf daraus geschlossen werden, daß die Mortalität innerhalb dieses Zeitraumes von 9 Monaten praktisch gleich Null gewesen ist. Von den 97 Erdlarven waren im Mittel der vom 6. September 1940 bis 7. März 1941 durchgeführten Suchen 79 % Pronymphen. Nach der Flugzeit im Frühjahr 1941 müßten demnach 21 % der bisherigen Population oder etwa 20 Erdlarven übrig geblieben sein. Im nächsten Frühjahr, am 8. April 1942, wurden 26 Erdlarven auf 5 qm gefunden; auch hier ist ein Abgang nicht feststellbar. Ob der nach der Flugzeit 1942 verbleibende Rest von 6 Erdlarven im Lauf des folgenden Sommers bis zur Suche am 6. Oktober 1942 abstarb, ist, wie schon oben erwähnt wurde, möglich, aber nicht nachweisbar. Jedenfalls zeigt sich, daß in dem Zeitraum vom 12. Juni 1940 bis zum 8. April 1942, d. h. innerhalb 22 Monaten, eine Verringerung des Erdlarvenbesatzes durch natürliche Mortalität nicht feststellbar war.

Schrifttum

1. ESCHERICH, K., Die Forstinsekten Mitteleuropas. Band 5. Berlin 1942.
2. SCHWERDTFEGER, F., Zur Kenntnis der Kiefernschonungsgespinstblattwespe (*Acantholyda erythrocephala* L.). Ztschr. f. angew. Entomologie 28, 1941, 125—156.
3. — — Die Waldkrankheiten. Ein Lehrbuch der Forstpathologie und des Forstschutzes. Berlin 1943.
4. — — Über das Auftreten und die Bekämpfung der Kiefernschonungsgespinstblattwespe (*Acantholyda erythrocephala* L.) im Forleulen-Aufforstungsgebiet des Netze-Warthe-Raumes in den Jahren 1937—1943. Ztschr. f. d. gesamte Forstwesen. Im Druck.

(Institut für Pflanzenkrankheiten der Landwirtschaftlichen Forschungsanstalt für die Generalbezirke Estland, Lettland und Litauen Leiter: Reg.-Rat Doz. Dr. M. Klinkowski)

Pflanzenpathologie im Ostland

5. Mitteilung

Der Hausbock (Hylotrupes bajulus) in Lettland

Von

L. Brammanis-Riga

Mit 2 Abbildungen

Der Hausbock, über dessen Zerstörung in den letzten Jahren in der fachlichen Literatur und vielfach auch in der Tagespresse berichtet wurde, ist auch in Lettland als einer der schlimmsten Schädlinge des bearbeiteten Holzes zu betrachten. Was die Verbreitung des Hausbockes anbetrifft, so ist es typisch, daß dieser Schädling besonders stark schädigend im Küstengebiet der Ostsee aufgetreten ist und sich auch dort stärker vermehrt hat. Die erheblichen Zerstörungen, die durch den Hausbock im norddeutschen Küstengebiet der Ostsee hervorgerufen wurden, sind allgemein bekannt. So wird z. B. in Schleswig-Holstein die Zahl der hausbockbefallenen Gebäude auf 70 %, in Pommern auf 65 % geschätzt. Großes Aufsehen haben die Zerstörungen des Schädlings in den großen Hafenstädten Lübeck, Bremen und Hamburg erregt. Ein ähnlicher, wenn nicht noch schädlicherer Zustand ist in Dänemark entstanden. Aus der letzten Zeit entstammen Berichte über beträchtliche Zerstörungen aus Südschweden an Gebäuden verschiedenster Art. Was die Verbreitung des Hausbockes in anderen Gebieten an der Ostsee anbetrifft, so ist zu bemerken, daß über sein Vorkommen in Litauen ausführliche Bemerkungen fehlen. Gelegentlich eines kurzen Aufenthaltes in Polangen konnte ich im Jahre 1935 feststellen, daß dieser Schädling auch dort seine zerstörende Tätigkeit ausübt. Das gleiche gilt auch für das Memelgebiet. Für Estland fehlten früher ebenfalls Angaben über den Hausbock. Doch läßt A. Määr (3) in seiner 1935 veröffentlichten Arbeit keine Zweifel darüber aufkommen, daß dieser Schädling dort auch einheimisch ist. So beträgt z. B. in Reval die Zahl der befallenen Häuser

55%, auf den Inseln gelegentlich 100%. Ob sich die Verbreitung des Hausbockes auch auf den Norden, d. h. auf die Küsten des Finnischen Meerbusens und auf das Küstengebiet des Bottnischen Meerbusens, erstreckt, ist noch unbestätigt. Wie ich mich in Schweden und in Leningrad überzeugen und durch Nachfragen feststellen konnte, scheint dieser Schädling von 60° nördlicher Breite an nicht mehr in stärkerem Maße anzutreffen zu sein.

Die Untersuchung über die Verbreitung des Hausbockes in Lettland geht auf das Jahr 1927 zurück. Die Veranlassung hierzu ergaben Feststellungen in einem Forsthause in der Umgebung von Libau, das von Larven des Hausbockes völlig zerstört worden war (1). Untersuchungen, die in der Umgebung an verschiedenen Bauten ausgeführt wurden, zeigten, daß im Küstengebiet eine größere Zahl verschiedener Gebäude vom Hausbock befallen war. Es waren z. B. allein in der Oberförsterei Libau von 40 Forsthäusern 22 befallen, obwohl mehrere Gebäude erst im Laufe der letzten 10—12 Jahre erbaut worden waren. Die Fortführung der Untersuchung ergab, daß der Hausbock in bedrohlichem Ausmaß in dem gesamten Küstengebiet Kurlands von der litauischen Grenze bis zum Rigaischen Meerbusen verbreitet ist. Die Verbreitungszone umfaßt einen 20—30 km breiten Küstenstreifen, der stellenweise die Form eines Keiles annimmt, der sich 50 km tief in das Land erstreckt. Innerhalb dieses Befallsgebietes, besonders in den verstreuten Fischersiedlungen an der Meeresküste, ist nur schwer ein Haus zu finden, das nicht mehr oder minder geschädigt ist. In einzelnen Siedlungen der Küstengebiete Libau und Windau ist die Zahl der beschädigten Gebäude fast 100prozentig. Auch hier wieder ist die Tatsache zu vermerken, daß viele dieser Gebäude erst in der letzten Zeit errichtet wurden.

In Westeuropa sind die Zerstörungen durch den Hausbock vorzugsweise in den Holzdachkonstruktionen zu beobachten. In Lettland sind im ländlichen Bauwesen Holzgebäude vorherrschend. Der Schädling nistet sich hier in den leichter zugänglichen Gebäudeteilen ein, in den Wänden hauptsächlich in der Südseite und an den Fenstern. Die Dachkonstruktion der Holzgebäude hat bedeutend weniger oder überhaupt nicht zu leiden. Dasselbe gilt für eingebautes leichteres Holzmaterial, Scheunenbretterwände und die Täfelung des Hausgebäudes. Andererseits ist in den Städten, wo gemauerte und geputzte Gebäude vorherrschen, der Hausbock ebenfalls hauptsächlich im Dachstuhl vorzufinden. Schwere Beschädigungen dieser Art wurden wiederholt in Libau und Windau festgestellt. Das Zerstörungsbild ähnelt durchaus den aus Deutschland und Dänemark bekannt gewordenen Fällen. Wie hoch sich die Zahl der befallenen Gebäude in den größeren Hafenstädten Lettlands beläuft, ist noch nicht näher festgestellt worden. Die bisher vorgenommenen Stichproben geben Grund zur Annahme, daß auch die Gebäude der Städte innerhalb des Be-

fallsgebietes vom Hausbock erheblich in Mitleidenschaft gezogen werden. Ergänzend sei noch bemerkt, daß die Telefon-, Telegraphen- und Starkstromleitungsmasten nur in der nächsten Nähe von Siedlungen, hauptsächlich in den Städten, vom Hausbock befallen werden. So sind z. B. in Windau die Masten der Elektrizitätsleitungen stark zernagt, während diese Erscheinung außerhalb der Stadt nicht zu beobachten ist.

Bei der systematischen Erforschung der Hausbockverbreitung innerhalb des Küstenstriches ergab sich, daß die durch die Schädlinge hervorgerufenen Zerstörungen nach Norden hin abnehmen und an der livländischen Küste praktisch aufhören. Ebenso ist im Landesinnern Lettlands von diesem Schädling kaum die Rede. Weder in Livland, noch in Semgallen — noch viel weniger in Lettgallen — kann von einer nennenswerten Verbreitung des Hausbockes die Rede sein. Das verheerende Massenauftreten an der Küste Kurlands ist durch den Einfluß des feuchten maritimen Klimas zu erklären. Diese Feststellung deckt sich auch mit den bisherigen Erfahrungen, wo ebenfalls meistens nur in den Küstengebieten eine Massenvermehrung zu beobachten war. Gerade im dichtbevölkerten Lettgallen, das bis vor kurzem die sonst übliche einzelne Hoflage nicht kannte, könnte man annehmen, daß die Holzhäuser dieser Dörfer recht günstige Bedingungen für den Schädling schaffen. Dieses ist jedoch nicht der Fall, und es hat den Anschein, daß der Hausbock in Ostlettland überhaupt nicht vorhanden ist.

Es verdient hervorgehoben zu werden, daß die Ursachen des Massenvorkommens des Schädlings bisher noch nicht genügend geklärt worden sind. Dies ist zum Teil darauf zurückzuführen, daß man auf die verheerende Tätigkeit des Hausbockes erst nach dem Weltkriege aufmerksam wurde. Es sei hervorgehoben, daß der Hausbock und seine Larven im Walde weder im abgestorbenen noch im wachsenden Nadelholz angetroffen wurden, eine Feststellung, die auch anderwärts in Europa gemacht worden ist. Die Möglichkeit, daß der Schädling bei Neubauten aus dem Walde mit Holzmaterial eingeschleppt wird, kommt somit in Fortfall. Einige Forscher vermuten, daß der Hausbock aus anderen Kontinenten nach Europa eingeschleppt worden ist, und daß er sich aus diesem Grunde zunächst an den Meeresküsten stärker vermehrt hat.

TRÄGHARDT (4) ist der Meinung, daß die Massenvermehrung des Schädlings in den Küstengebieten durch das Klima und die Bevölkerungsdichte beeinflußt wird. In Meeresnähe wachsen die Bäume schneller. Ihr Holz ist weicher und damit der Entwicklung des Schädlinges mehr angepaßt als in den kontinentalen Gebieten. Diese Feststellung deckt sich weitgehend mit den eigenen Beobachtungen über die Eigenschaften des Holzes in den Gebieten, die durch den Hausbock gefährdet sind. In einem der am stärksten gefährdeten Teile innerhalb des Küstenstriches von Libau ist ein eigenartiger Kieferntyp verbreitet (Pinetum callunosum-callunetum). Dieser Kieferntyp hat unverhältnismäßig breite Jahres-

ringe. Die Bauten, die aus solchem Holz errichtet wurden, sind am stärksten zernagt.

H. WICHMAND (5) führt die zunehmende Vermehrung des Hausbockes in Dänemark auf die Art der Dachdeckung zurück. Seitdem seit ungefähr 50 Jahren die Dächer in Dänemark mit Schiefer gedeckt werden, hat sich der Schädling zusehends vermehrt. Andererseits sind dort, wo die Dächer mit Stroh oder Dachpfannen gedeckt wurden, die Schäden unerheblich geblieben. Diese auffallenden Schädigungen erklärt WICHMAND durch den Temperaturunterschied in den Dachräumen. Untersuchungen haben ergeben, daß die Temperatur im Juli unter der Schieferbedachung im Mittel 40—50° C beträgt. Bei Verwendung von Dachpfannen lagen die Temperaturen um 10° C niedriger. Es ist weiterhin festgestellt worden, daß diese Temperaturunterschiede von 10° C die Entwicklung des Schädlings auf das Nachhaltigste beeinflußte. Wie bereits mitgeteilt wurde, werden die Dachstühle der Holzgebäude in Lettland im allgemeinen wenig oder gar nicht beschädigt. Diese Tatsache ist allem Anschein nach nicht nur dadurch zu erklären, daß die konstruktiven Dachteile dem Schädling weniger zugänglich sind, sondern findet ihre Erklärung vielleicht auch darin, daß der größte Teil der ländlichen Bauten Schindeldächer besitzt, die ein übermäßiges Erhitzen der Luft verhindern. In den Städten, wo gemauerte und mit Blech gedeckte Gebäude vorherrschen, sind andere Verhältnisse gegeben. Eingehende Untersuchungen in dieser Richtung wären sehr erwünscht, denn sie würden vielleicht dazu beitragen, die Vermehrung dieses Schädlings in Abhängigkeit von der Temperatur und der Bauart verschiedener Gebäude näher kennenzulernen.

Es ist nicht in Abrede zu stellen, daß der Hausbock zu den *wärmeliebenden Schädlingen* gehört. Es ist vielfach beobachtet worden, daß seine Zerstörungen sich häufiger in Wohngebäuden als in Wirtschaftsbauten und auch öfter in Viehställen als in Scheunen und Korndarren beobachten lassen. Daß der Hausbock in Lettland seltener in Brettern und anderen dünneren Materialien anzutreffen ist, dürfte wohl nicht damit zu erklären sein, daß dieses Holzmaterial für seine Entwicklung ungeeignet ist, als vielmehr durch den Einfluß der äußeren Temperatur. Sind derartige Materialien in heizbare Räume eingebaut, z. B. in der Form von Türen, Fensterbrettern, Dielenbrettern, Deckentäfelung usw., so unterliegen sie ebenfalls stärkster Schädigung.

K. ESCHERICH (2) erklärt die katastrophale Massenvermehrung des Hausbockes damit, daß nach dem Weltkriege und überhaupt bei den in neuerer Zeit errichteten Bauten frisches und damit nicht genügend ausgetrocknetes Holz verwendet wird und auf diese Art das Splintholz einen unverhältnismäßig hohen Anteil einnimmt. Untersuchungen haben dargelegt, daß die Hausbocklarven dieses Holz bevorzugen. Larven, die mit Splintholz gefüttert werden, entwickeln sich 10mal so schnell wie diejenigen, die nur Kernholz zum Futter haben. Weiterhin wurde festgestellt, daß vorzugs-

weise Bauten bis zu einem Alter von 25—35 Jahren vom Hausbock befallen werden, während ältere Bauten nur in geringem Umfange einem Befall unterliegen. Diese Tatsache dürfte sich durch eine Futterverschlechterung erklären, denn im Laufe der Zeit ändern sich die Eigenschaften des Holzes. Häufig trifft man alte Bauten an, die überhaupt nicht geschädigt sind, während die mittelbar benachbarten, kurz vor oder nach dem Weltkriege errichteten Bauten völlig zernagt sind. Von großer Bedeutung ist auch der Umstand, daß früher mit Bauholz weniger gespart wurde, und die Dimensionen für den Baubedarf anders berechnet wurden. Bedeutungsvoll ist schließlich auch, ob das Holz geflößt wurde. Ungeflößtes Holz wird stärker vom Hausbock befallen. Dies erklärt sich damit, daß beim Flößen durch das Wasser die für das Larvenfutter erforderlichen Stärkestoffe ausgelaugt werden.

In Lettland befällt der Schädling gleichmäßig Kiefern- wie auch Fichtenholz. Letzteres wird völlig zernagt, während beim Kiefernholz der Kern unberührt bleibt. Feststellungen in Deutschland haben ergeben, daß Bauten aus Holz nördlicher Herkunft weniger befallen wurden als aus einheimischem Holz. In Lettland wurde die Schädlingsvermehrung nicht nur durch die klimatischen Verhältnisse im Küstengebiet, sondern auch durch die starke Belebung der Bautätigkeit und die damit im Zusammenhang stehende Fahrlässigkeit, mit der die Bearbeitung der Bauhölzer vonstatten ging, begünstigt. Diese Verhältnisse treffen besonders auf die ersten Jahre nach dem Weltkriege und auf das ländliche Bauwesen zu.

Die wirtschaftlich sehr bedeutungsvollen Zerstörungen durch den Hausbock und seine Massenvermehrung haben die Bekämpfung des Schädlings zu einem akuten Problem werden lassen. In Deutschland und Dänemark ist hinsichtlich der Bekämpfung viel empfohlen und getan worden. Ich will in diesem Zusammenhang nicht auf die verschiedenen Bekämpfungsmethoden, die in Deutschland und Dänemark weitgehende Verwendung finden, eingehen. Ich nenne hier nur das Vergasen befallener Bäume mit „Cyklon B“ und die Heißluftbehandlung. Daneben wären noch verschiedene Spezialpräparate zur Holzimprägnierung und Vernichtung des Schädlings zu nennen. Ich will in diesem Zusammenhang nur die besonderen Verhältnisse in Lettland darlegen, die in vielfacher Hinsicht anders gelagert sind. Wie bereits erwähnt wurde, sind im ländlichen Bauwesen in Lettland Holzbauten vorherrschend, deren größter Teil aus Kantholz, der verbleibende Teil jedoch aus Rundholz errichtet wird. Eine Begasung derartiger Gebäude, von der Durchhitzung gar nicht zu reden, ist technisch völlig unmöglich oder außerordentlich erschwert. Den gleichen Schwierigkeiten begegnet unter solchen Umständen auch die Anwendung der verschiedenen zur Schädlingsvernichtung und Holzkonservierung empfohlenen Mittel, da die zerstörende Tätigkeit des Hausbockes in den Wänden der Gebäude stattfindet. Abgesehen davon, daß ein Durchsetzen der Wände in Wohngebäuden mit Giftstoffen (denn nur solche vermögen

Schädlinge zu vernichten) gesundheitsschädlich ist, muß auch in Betracht gezogen werden, daß es unter den bisher bekannten Mitteln zur Bekämpfung von Holzschädlingen kein Mittel gibt, das die Larven des Hausbockes vernichtet, sofern nur die Oberfläche des Holzes mit dem betreffenden Mittel bestrichen oder bestäubt werden kann.

Aus diesen Erwägungen heraus ist es zwangsläufig, daß man zur erfolgreichen Bekämpfung des Schädlings seine Aufmerksamkeit nicht der unmittelbaren Bekämpfung, sondern dem Holzschutz zugewandt hat, wobei dann die Schutzmittel im Bauwesen, bei der Bauholzbearbeitung und bei der Bauinstandhaltung angewendet werden müssen.

Zu den in diesem Zusammenhang erforderlichen Maßnahmen gehören:

1. In den durch den Hausbock gefährdeten Gebieten muß der Bau feuerfester Bauten gefördert werden. Nur auf diesem Wege wird eine Einschränkung des Schädlings herbeizuführen sein, da damit die Vermehrungsmöglichkeit in leichter zugänglichen Holzwänden unterbunden wird. Es ist allerdings damit zu rechnen, daß dann die konstruktiven Holzteile der Dachstühle stärker angegriffen werden, jedoch wird sich hier die Bekämpfung leichter durchführen lassen.
2. Der Bau von schweren Rundhölzerblockbauten ist vollständig zu verbieten. Die Genehmigung zum Bau von Fachwerkbauten ist mit einer Auflage zu verbinden, daß die Wände spätestens 2 Jahre nach Baubeginn mit Putz oder Täfelung von innen oder außen zu versehen sind.
3. Wird an Stelle des Putzes eine Brettertäfelung verwendet — was nicht so sicher ist —, so ist letztere sorgfältig mit Farbe anzustreichen. In gleicher Weise ist mit Fenstern, Türen und Dielen zu verfahren.
4. Da die Feuchtigkeit in Verbindung mit höheren Temperaturen die Schädlingsvermehrung fördert, so müssen besonders Nachlässigkeiten oder Fahrlässigkeiten bei der Beachtung der Bestimmungen erkannt werden, die die Isolation zum Zwecke der Fernhaltung der Feuchtigkeit betreffen. Bei Holzbauten ist immer wieder beobachtet worden, daß vom Schädling bevorzugt die Balkenteile unter den Fenstern und die Fensterbretter befallen werden.
5. Im Befallsgebiet muß alles Holzmaterial, das eingebaut wird, mit einem Schutzmittel konserviert werden.
6. Es muß vorgesorgt werden, daß für Bauten zukünftig nur trockenes Holz verwendet wird. Dadurch wird erreicht werden, daß das Holz dauerhafter ist, und zur Holzkonservierung auch solche Stoffe, wie z. B. Carbolineum benutzt werden, von deren Verwendung häufig Abstand genommen werden muß, weil das Holz nicht genügend trocken ist.
7. Es muß verboten werden, für Neubauten altes vom Hausbock befallenes Holzmaterial zu verwenden. Beschädigte Balken dürfen für weniger wichtige Instandsetzungen oder für Umbauten benutzt werden, jedoch nur unter der Bedingung, daß die beschädigten Balken vor dem Einbau bis zum gesunden Holz beschnitten werden und danach mit einem



Abb. 1.
Holzbockbeschädigungen an einem Wohnhaus der Oberförsterei Pilten im Windauer Küstengebiet

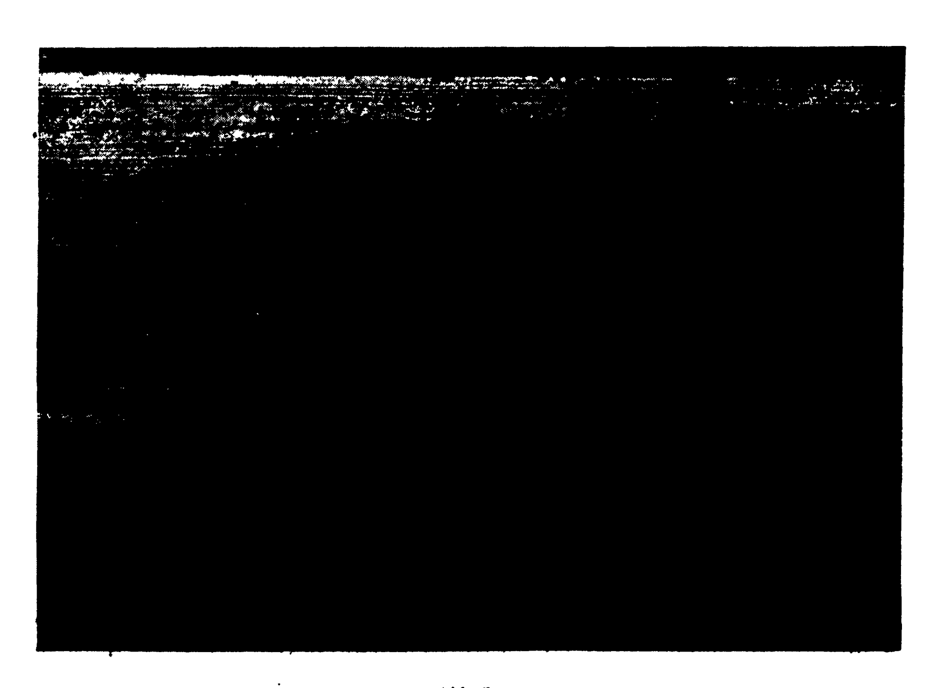


Abb. 2.
Holzbockschäden an den Wänden des Wohnhauses der Oberförsterei Pilten im Windauer Küstengebiet

empfohlenen Schutzmittel (z. B. Xylamon der Deutschen Solvay-Werke A.-G., Flurasil usw.) konserviert werden.

8. Beim Abbruch befallener Gebäude ist das stark zernagte Holz an Ort und Stelle zu verbrennen. Die Abbrüche der Gebäude und die Holzmaterialienabfuhr sind nur in der Zeit vom 15. September bis spätestens 15. Mai gestattet. Innerhalb dieser Frist müssen auch alle befallenen Holzteile verbraucht worden sein.
9. Zum Schutz der Dachkonstruktionen neuerbauter gemauerter Gebäude sind Lüftungsanlagen der Dachräume wie Luken, Dachfenster und andere so einzurichten, daß die Schädlinge von außen keinen Zutritt haben. Dies kann dadurch erreicht werden, daß Siebe vor den Lüftungsöffnungen befestigt oder die Lüftungsvorrichtungen während der Sommermonate tagsüber geschlossen werden.

Hat sich der Hausbock bereits im Holz eingenistet, so ist seine Vernichtung mit technischen Schwierigkeiten verbunden und damit häufig nicht mehr durchzuführen. Oft sind auch Holzgebäude so zernagt, daß sich eine Bekämpfung nicht mehr lohnt. Soll aus irgendeinem Grunde ein derartiger zerstörter Bau noch erhalten bleiben, so kann seine Lebensdauer nur durch Instandsetzungen verlängert werden. Hierbei sind die am stärksten beschädigten Holzteile durch neue Materialien zu ersetzen, geringere Beschädigungen abzubeilen und die Wände, falls die Bauart es zuläßt, von innen und außen zu verputzen.

Zusammenfassung

Der Hausbock ist in Lettland als einer der gefährlichsten Schädlinge des eingebauten Holzes anzusehen. Die größten Verheerungen verursacht der Schädling im Küstengebiet Kurlands. Hier umfaßt die Verbreitungszone einen 20—30 km breiten Küstenstreifen, der sich stellenweise bis 50 km tief ins Innere des Landes hinein erstreckt. In diesem Gebiete ist es schwer, ein Haus zu finden, das vom Hausbock frei ist. Im weiteren Verlauf in nördlicher Richtung längs der Küste des Rigaischen Meerbusens nimmt die Befallsstärke bedeutend ab. Im kontinentalen Teil des Landes ist das Vorkommen des Schädlings bisher nicht beobachtet worden. Die Massenvermehrung des Hausbocks im Küstengebiet Lettlands wird anscheinend durch das dortige milde, maritime Klima begünstigt.

Zur Bekämpfung des Hausbocks wurden in Lettland Großversuche mit „Xylamon“ und „Fluralsil“ angestellt. Doch müssen bei der praktischen Anwendung dieser und anderer Holzschädlinge tötender Mittel die örtlichen Verhältnisse des Bauwesens in Betracht gezogen und das Hauptaugenmerk der Vorbeugung, nicht aber der direkten Bekämpfung zugewandt werden, weil die ländlichen Bauten hauptsächlich aus Holz hergestellt werden und der Schädling am meisten die Wände der Wohnräume befällt, was eine Anwendung chemischer Bekämpfungsmittel nach erfolgter Herstellung der Bauten erschwert oder sogar vollkommen ausschließt.

Schrifttum

1. BRAMMANIS, L., Über einen Käfer, der den Forstwart aus seinem Hause trieb. Waldleben **25**, 1927 (lettisch).
2. ESCHERICH, K., Bemerkungen zur Hausbock-Statistik. Anz. f. Schädlingskde. **10**, 1938.
3. MÄÄR, A., Hylotrupes bajulus in Estonia. 1935.
4. TRÄGARDH, I., Untersuchungen über die Verbreitung und das Auftreten der holzzerstörenden Insekten in öffentlichen Gebäuden in Schweden. Ztschr. f. Pflzkrkht. **48**, 1938.
5. WICHMAND, H., Hylotrupes bajulus in Dänemark. Anz. f. Schädlingskde. **2**, 1931.

In der Aufsatzreihe „Pflanzenpathologie im Ostland" sind bisher folgende Mitteilungen erschienen:

1. Mitteilung: KLINKOWSKI, M., Aufgaben der Pflanzenpathologie und des praktischen Pflanzenschutzes im baltischen Ostland. Ztschr. f. Pflzkrkht. **53**, 12—18, 1943.
2. Mitteilung: LEPIK, E., Ein Beitrag zur Kenntnis wenig bekannter Pflanzenkrankheiten aus Estland. Zentralbl. f. Bakteriol. II, 1943 im Druck.
3. Mitteilung: EGLITIS, M., Untersuchungen über die Möglichkeiten der Bekämpfung von *Cercospora beticola* Sacc. Zentralbl. f. Bakteriol. II, 1943 im Druck.
4. Mitteilung: BRUNDZA, K., Der Roggenschneeschimmel in Litauen. Angew. Bot., 1943 im Druck.

Pflanzenpathologie im Ostland

6. Mitteilung

Die Blattlausfauna der Kartoffel in Lettland

Von

J. Zirnitis-Wenden

In Lettland sind die Blattläuse nicht als unmittelbare Schädlinge der Kartoffel anzusehen. Nie hatte ich bisher Gelegenheit, auf dem Felde derartige Blattlausschäden zu beobachten, die einen begründeten Verdacht für eine Ernteminderung ergeben. Trotzdem habe ich mich schon frühzeitig mit den auf der Kartoffel lebenden Blattläusen beschäftigt, und zwar im Hinblick auf die Wichtigkeit, die diese Frage im Zusammenhang mit den Viruskrankheiten der Kartoffel besitzt. Diese Krankheiten kommen, wenn auch in weit geringerem Maßstab als in Süd- und Westeuropa, so auch auf unseren Kartoffelfeldern vor. Es war daher notwendig, daß wir nähere Aufschlüsse über die Blattlausfauna der lettischen Kartoffelfelder erarbeiteten.

Das Sammeln und Beobachten der Blattläuse habe ich erstmalig im Jahre 1924 durchgeführt und bis zum heutigen Tage fortgesetzt. Der Schwerpunkt der Beobachtung lag in der Pflanzenzuchtstation Freudenberg bei Wenden. Hier habe ich seit dem genannten Jahre in jedem Sommer lange Zeit Gelegenheit gehabt, die Kartoffelfelder zu beobachten. Die Beobachtungen und die Sammlungen an anderen Orten erfolgten in wesentlich kürzeren und nicht regelmäßig sich wiederholenden Zeitabschnitten. Es sind in diesem Zusammenhang zu nennen:

Im Jahre 1934 habe ich im Kreise Tuckum (Tukums) in Plienciems und Kösterceem (Kesterciems) beobachtet und gesammelt, im Kreise Talsen (Talsi): in der Stadt Kandau (Kandava), in den Gemeinden Wirben (Virbi) und Lipsthusen (Lībagi); im Kreise Hasenpoth (Aizbute): in der Stadt Hasenpoth; im Kreise Libau (Liepāja): in der Stadt Libau, in Bernaten, (Bernati), in Nieder-Bartau (Nīca), und in der Gemeinde Essern (Ezere); im Kreise Mitau (Jelgava): auf dem Versuchsgut der Landwirtschaftlichen Akademie Alt-Autz (Vecauce) und in der Stadt Mitau; im Kreise Abrehnen (Abrene): in Abrehnen und der landwirtschaftlichen Mittelschule in Mal-

narva; im Kreise Rositten (Rēzekne): in der staatlichen Saatzuchtstation Galehnen (Galēni). Im Jahre 1935 im Kreise Wolmar (Valmiera): in der Gemeinde Neu-Sackenhof (Jaunvāle) in der Wirtschaft des Kartoffelzüchters KNAPPE; im Jahre 1938 im Kreise Mitau: in den Gemeinden Neu-Bergfried (Jaunsvirlauka), Peterhof (Pēternieki), Lieven-Behrsen (Līvberze), Siuxt (Džūkkste), Terwet (Tērvete), Groß-Autz (Lielauce), Grünhof (Zalenieki), Auermünde (Auri) und Doblen (Dobele); im Kreise Tuckum: in den Gemeinden Schmarden (Smārde), Prawingen (Pravini) und Irmlau (Irlawa); im Kreise Talsen: in den Gemeinden Kandau, Stenden (Stende) und Nurmhusen (Nurmiži); im Kreise Windau (Ventpils): in den Gemeinden Dondangen (Dundaga), Usmaiten (Usma), Pilten (Piltene) und Edwahlen (Edole); im Kreise Libau: in den Gemeinden Nica, Rutzau (Rucava), Grobin (Grobine), Tadaiken (Tadaiki), Wirgen (Virga), Essern, Amboten (Embūte) und in der Stadt Libau; im Kreise Hasenpoth in den Gemeinden Allschwangen (Alšvanga), Sackenhausen (Saka), Sexaten (Sieksate), Laschen (Laža) und Hasenpoth; im Kreise Goldingen (Kuldiga): in den Gemeinden Schrunden (Skrunda), Frauenburg (Saldus), Schmarden und in der Stadt Frauenburg.

Vom Jahre 1935—1940 im Stadtgebiet von Riga und in der Gemeinde Thomsdorf (Tome). In den Jahren 1941 und 1942 in mehreren Gemeinden der Kreise Wolmar, Walk (Valka) und Wenden (Cēsis).

Auf Grund meiner langjährigen Beobachtungen bin ich zu der Feststellung gelangt, daß es in Lettland keine Blattlausarten gibt, deren Entwicklung auf der Kartoffel obligatorisch wäre. Alle Blattlausarten, die auf der Kartoffel beobachtet und gesammelt wurden, leben außerdem an zahlreichen verschiedenen Pflanzen. Sie bevorzugen die Kartoffel keineswegs im Vergleich mit diesen Pflanzen.

Ich komme jetzt zu einer Beschreibung derjenigen Blattlausarten, die ich an der Kartoffel beobachten und sammeln konnte.

Die Bohnenblattlaus

(*Doralis fabae* Scop.)

Die Bohnenblattlaus kommt auf der Kartoffel selten und immer nur in geringer Zahl vor. Man findet von ihr kleine Kolonien von 5—15 Läusen, die sich an den unteren, d. h. den älteren Blättern befinden. Vorzugsweise ist sie in Kartoffelfeldern zu finden, die mit Ackerdistel verunkrautet sind, oder die sich in der Nähe von Getreidefeldern befinden, in denen das Unkraut vorkommt. Die Zeit des Auftretens der Bohnenblattlaus fällt in die zweite Juli-Hälfte und in den August. In dieser Zeit, wenn die Ackerdistel zu „verhärten“ beginnt, fliegen zahlreiche geflügelte Individuen von den Ackerdisteln nach allen Seiten und gelangen so auch auf die Kartoffel. Die Kartoffel ist für sie als Futterpflanze nicht geeignet. Aus diesem Grunde bleiben die Kolonien klein und bestehen

nur kurze Zeit. Für diese Blattlausart kommen als Futterpflanzen neben der Ackerdistel Feldbohnen, Rübensamenpflanzen und Spinat in Betracht. Bei günstiger Witterung vermehrt sich die Bohnenblattlaus auf diesen Pflanzen sehr stark, verursacht daran auch größere Schäden, die zuweilen zur völligen Vernichtung dieser Pflanzen führen.

Die Eiablage und die im Frühjahr sich entwickelnde Generation kommt auf Evonymus zur Entwicklung, selten auf Viburnum und Philadelphus. Auf diesen Pflanzen vermehrt sich die Bohnenblattlaus ebenfalls sehr stark, sie ruft Kräuselung der Blätter hervor und hemmt das Wachstum der jungen Triebe.

Von den anderen auf der Kartoffel vorkommenden Blattläusen ist diese Art durch ihre schwarze Färbung leicht zu unterscheiden. Die auf der Kartoffel zur Entwicklung gelangten geflügelten Individuen sind 1 bis 1,5 mm lang.

Die Kreuzdornblattlaus
(*Doralis rhamni* Boyer)

Die Kreuzdornblattlaus kommt in Lettland auf der Kartoffel am häufigsten vor. In trockenen und warmen Sommern ist sie in jedem Kartoffelfeld zu finden. Sie hält sich an der Unterseite der unteren (älteren) Kartoffelblätter auf, wo sie von Ende Juni bis in die erste Juli-Hälfte erstmalig anzutreffen ist. Die Massenvermehrung fällt in die Zeit Ende Juli/Anfang August. Bei günstigen Witterungsverhältnissen vermehrt sie sich sehr stark, und es ist keine Seltenheit, auf einem Blatt Kolonien von 350 Individuen der verschiedenen Entwicklungsstadien zu finden. Die Kartoffelblätter zeigen jedoch äußerlich keine durch das Saugen der Läuse hervorgerufenen Beschädigungen. In einzelnen Fällen konnte beobachtet werden, daß derartige Blätter schneller vergilben. Auf Grund meiner Feldbeobachtungen und von Kulturversuchen bin ich zu der Auffassung gelangt, daß die Kreuzdornblattlaus besonders auf den älteren Kartoffelblättern gut gedeiht und sich vermehrt. Im Freilande ist diese Blattlausart zwar auch auf jungen Blättern zu finden, sie vermehrt sich dort aber langsamer und erreicht auch nur eine geringere Größe. Als weitere bevorzugte Wirtspflanzen sind Spinat und Gurken und, in erster Linie Galeopsis zu nennen. Auf diesen Pflanzen vermehrt sie sich sehr stark und ruft ein Rollen der Blätter hervor. In der ersten Hälfte des Sommers lebt diese Blattlaus vorzugsweise auf Galeopsis. Von diesem Unkraut wandern dann die geflügelten Individuen auf die Kartoffel und andere Kulturpflanzen.

Die Eiablage erfolgt im Herbst. Die erste Generation kommt auf dem Kreuzdorn (*Rhamnus cathartica*) und auf dem Faulbaum (*Rhamnus frangula*) zur Entwicklung. Die Blätter dieser beiden Pflanzen zeigen häufig Rollerscheinungen, die durch das Saugen der Läuse bewirkt werden und lassen auch eine Wachstumshemmung der jungen Triebe erkennen.

In geheizten Gewächshäusern lebt und vermehrt sich diese Art ziemlich häufig auf Chrysanthemen und Cinerarien. Sie überwintert hier, ohne zur Eiablage zu schreiten.

Von der Bohnenblattlaus unterscheidet sich die Kreuzdornblattlaus durch eine geringere Größe (0,8—1 mm), sowie durch ihre gelbe bzw. grünlichgelbe Farbe. Die Kreuzdornblattlaus ist dagegen leicht mit der Gurkenlaus zu verwechseln. Die augenfälligsten Merkmale, die sie von dieser Blattlausart unterscheiden, sind: hellere Körperfarbe und helle, nur an den Spitzen dunkel gefärbte Siphonen. Diese Unterscheidungsmerkmale sind jedoch nicht immer zur Trennung beider Arten ausreichend, weil die flügellosen Individuen der Gurkenlaus sowohl in der Färbung der Körper und Siphone sehr variabel sind.

Die Gurkenlaus

(*Doralis frangulae* Koch)

Die Gurkenlaus kommt auf unseren Kartoffelfeldern in geringerer Zahl als die Kreuzdornblattlaus, jedoch weit häufiger als die Bohnenblattlaus vor. Sie lebt ebenfalls auf den älteren, in der Nähe der Erdoberfläche befindlichen Blätter, vielfach mit der Kreuzdornblattlaus in gemeinschaftlichen Kolonien. Sie erscheint auf der Kartoffel Ende Juni—Anfang Juli und erreicht ihre Massenvermehrung in der Zeit von Ende Juli bis Mitte August. Bei günstigen Witterungsverhältnissen können die Kolonien ziemlich groß werden. In trockenen und heißen Sommern wird diese Blattlausart auf Gurken sehr schädlich und vermehrt sich auf diesen so stark, daß das Wachstum vollständig gehemmt wird und der Fruchtansatz unterbleibt. Günstige Entwicklungsbedingungen findet diese Blattlausart auf Epilobium. Von dieser Pflanze gelangt die Gurkenlaus in der Regel auf die Kartoffelfelder. Die Eiablage erfolgt im Herbst, und die Frühjahrsgeneration entwickelt sich auf dem Faulbaum, seltener auf dem Kreuzdorn. Auf beiden Pflanzen bewirkt sie ein Rollen der Blätter und Wachstumshemmungen der jungen Triebe. In geheizten Gewächshäusern habe ich die Gurkenlaus den ganzen Winter über auf Chrysanthemen angetroffen und konnte beobachten, daß sie sich auf diesen Pflanzen auch vermehrt. Die Gurkenlaus ist im Wuchs sowie in den sonstigen Merkmalen der Kreuzdornblattlaus sehr ähnlich, sie ist nur in der Farbe dunkler (gelblichgrün bis dunkelgrün). Die Siphonen sind in der ganzen Länge schwarz gefärbt. Es kommen jedoch auch verschiedene Farbübergänge vor bis zu hellen, nur an der Spitze noch schwarz gefärbten Siphonen. Bei isolierter Aufzucht der Nachkommenschaft eines geflügelten Individuums habe ich eine sehr große Variation der Farbe des Körpers wie der Siphone erhalten. Ich beobachtete grünlichgelbe bis dunkelgrüne Blattläuse und vollkommen schwarze Siphonen bis zu den bereits erwähnten hellen mit dunklen Spitzen.

Die bisher genannten Blattlausarten leben im Gegensatz zu den noch zu besprechenden Formen auf den unteren älteren Kartoffelblättern. Sie sind sehr träge im Übersiedeln und verlassen die Blätter nicht, solange diese noch als Futter tauglich sind. Auf Störungen jeder Art reagieren sie kaum und fallen von den Blättern nicht ab. Sie leben stets zu mehreren in kleineren oder größeren Kolonien. Alle drei Blattlausarten sind migrierende Arten, deren Hauptwirtspflanzen Bäume oder Sträucher sind. Die Nebenwirte setzen sich aus einer ganzen Reihe verschiedenster Kulturpflanzen und Unkräuter zusammen. Im Körperbau unterscheiden sie sich von den noch zu nennenden Arten durch die kurzen Fühler und Siphonen, sowie durch eine Reihe von anderen Merkmalen.

Die grünstreifige Kartoffelblattlaus

(*Macrosiphon Koehleri* Börner)
(Syn. *Macrosiphon gei* Koch)

Die grünstreifige Kartoffelblattlaus ist in Lettland auf der Kartoffel verhältnismäßig selten, trotzdem sie auf dieser Pflanze sehr gut leben und sich vermehren kann. Vorzugsweise ist diese Blattlaus an windgeschützten Stellen in Städten und in der Nähe von Wäldern und Sträuchern auf der Kartoffel zu finden. Diese Blattlausart lebt und vermehrt sich auf den Stengeln der Kartoffelblätter und bevorzugt auch in den Blütenständen sowie auf Stielen der Blüten und Früchte. Sie hält sich in erster Linie im oberen und mittleren Teile der Kartoffel auf, seltener in der Nähe des Erdbodens. Die grünstreifige Kartoffelblattlaus ist sehr beweglich und läßt sich bei der geringsten Störung von der Pflanze zu Boden fallen. Man findet sie selten zu mehreren zusammen und in der Regel nur zerstreut. In Kulturen, die gegen jede Störung geschützt sind. lebt sie in Kolonien. Auf dem Felde wird sie durch Regen und Wind von den Pflanzen abgeschüttelt und sammelt sich danach nicht wieder. Auf der Kartoffel ist sie erstmalig Ende Juni zu beobachten, am häufigsten ist sie Ende Juli und in der ersten Hälfte des August. In geheizten Gewächshäusern kommt sie das ganze Jahr über vor und im Sommer auch im Freiland in der Nähe von Gewächshäusern auf Rosen, Chrysanthemen, Calla, Asparagus und vielen anderen Zierpflanzen. Man trifft die Blattlaus ferner auf Tomaten, Bohnen, Erbsen, Spinat, Salat, Radieschen und anderen Gemüsepflanzen, so auch auf einer Reihe von Unkräutern und Sträuchern. In Mischwäldern lebt sie auf *Geum* und *Rubus saxatilis.* Ebenso wie auf der Kartoffel kommt die grünstreifige Kartoffelblattlaus auch auf den anderen Pflanzen in der Regel nur sehr zerstreut vor. In zwei Fällen hatte ich Gelegenheit, diese Art an Kartoffelknollen zu sehen, die in einem Falle aus Deutschland, im zweiten Falle aus Frankreich importiert waren. In beiden Fällen waren die Sendungen mehrere Wochen unterwegs gewesen, so daß die Läuse genügend Zeit hatten, um auf den Kartoffelkeimen zu saugen und sich zu

vermehren. Die Eiablage habe ich im Herbst auf Chrysanthemen und Rosen beobachtet, daneben auch auf *Rubus saxatilis.*

Zum Unterschied von den bisher genannten und den noch später zu besprechenden Arten ist die grünstreifige Kartoffelblattlaus die größte der auf den Kartoffeln vorkommenden Blattlausarten. Die ungeflügelten Individuen sind 3—4 mm lang, grün gefärbt und haben auf der Oberseite des Körpers dunkelgrüne längliche Streifen. Im Herbst kommen auch rötlich gefärbte Individuen vor. Die Fühler sind länger als der Körper. Die Siphonen sind lang, zylindrisch und hell mit dunklen Spitzen, das Schwänzchen ist lang und säbelartig.

Die grünfleckige Kartoffellaus

(*Aulacorthum pseudosolani* Theob.)
(Syn. *Aulacorthum solani* Theob.)

Die grünfleckige Kartoffellaus kommt in Lettland auf der Kartoffel häufiger vor als die grünstreifige Kartoffelblattlaus. Im allgemeinen ist sie aber ebenfalls selten. Man findet sie zumeist im Bereich der Städte, wo sie zusammen mit Zierpflanzen und verschiedenen Setzlingen im Frühjahr aus geheizten Gewächshäusern ins Freie gelangt. Man findet sie auch auf der Kartoffel in der Nähe von Wäldern und Gebüschen. Auf offenem freien Felde kommt sie aber selten vor. Isoliert man sie auf Kartoffeln, so lebt und vermehrt sie sich dort sehr gut. Sie hält sich besonders auf der Unterseite der unteren und mittleren Blätter auf. An Orten, die windgeschützt sind, lebt sie auch in den Blütenständen auf den Blütenstielen. Die grünfleckige Kartoffellaus ist sehr beweglich. Bei geringsten Störungen läßt sie sich von der Pflanze zu Boden fallen. Selten findet man mehrere Individuen zusammen. In der Regel kommt sie einzeln vor. Auf der Kartoffel erscheint sie in der ersten Junihälfte und ist dann bis in den Spätherbst zu beobachten, bis das Kartoffelkraut vom Frost abgetötet wird. In Gärtnereien ist sie in geheizten Gewächshäusern das ganze Jahr über vorhanden, und, wie wir bereits erwähnten, im Sommer auch in unmittelbarer Nähe der Gewächshäuser auf einer ganzen Reihe von Zierpflanzen. Bevorzugt besiedelt sie Chrysanthemen, Calla und Hortensien. Man findet sie weiterhin auf Spinat, Salat, Gurken, Radieschen, Bohnen, Erbsen, Tomaten, Tabak und vielen anderen Pflanzen. In der freien Natur kommt diese Blattlausart besonders häufig in Schluchten vor, in denen Bäche vorhanden sind, ebenso an anderen windgeschützten und ziemlich feuchten Orten. Man trifft sie dort an den unteren Blättern von *Carduus, Cirsium* und anderen breitblättrigen Pflanzen. Auch in diesen Fällen ist die grünfleckige Kartoffellaus zerstreut oder einzeln anzutreffen, und nie finden sich mehrere Individuen zusammen.

Die Eiablage erfolgt im Herbst an verschiedenen krautigen Pflanzen und ebenso am Kartoffelkraut. Bevorzugt werden *Carduus* und *Cirsium.*

Die grünfleckige Kartoffellaus unterscheidet sich von der grünstreifigen Kartoffelblattlaus durch ihre geringere Größe. Die ungeflügelten Individuen sind 1,5—2 mm lang, von hellgrüner Farbe mit dunkelgrünen Flecken am Grunde der Siphonen. Die Fühler sind länger als der Körper. Die Spitzen der einzelnen Fühlerglieder sind dunkel gefärbt. Die hellen, an der Spitze dunklen Siphonen sind lang und zylindrisch. Das Schwänzchen ist kurz und kegelförmig.

Die bisher behandelten auf der Kartoffel vorkommenden Blattlausarten sind im Gegensatz zu den noch zu erörternden Vertreter unserer einheimischen Fauna, d. h. sie können unter unseren klimatischen Verhältnissen überwintern und ihre Eier unter natürlichen Verhältnissen ablegen. Sie können aber auch unabhängig von der Witterung in den geschützten Gewächshäusern und in anderen Räumen leben. Aus diesem Grunde ist ein Befall der Kartoffel durch diese Blattlausarten auf den Feldern Lettlands überall möglich. Es kommt ihnen jedoch nur eine geringere praktische Bedeutung zu, da, soweit mir bekannt ist, keine dieser Blattlausarten mit Sicherheit als Überträger von Kartoffelviruskrankheiten angesehen werden kann.

Die Pfirsichblattlaus

(*Myzodes persicae* Sulz.)

Die Pfirsichblattlaus habe ich sowohl auf der Kartoffel wie auch auf anderen Pflanzen im Freiland innerhalb des Stadtbereiches finden können, sowie an anderen Orten, wo Gewächshäuser vorhanden sind, die den Winter über geheizt werden. Die Pfirsichblattlaus kann auf sehr vielen verschiedenen Pflanzen leben. Auf der Kartoffel lebt sie auf der Unterseite der Blätter unabhängig von ihrer Anordnung an der Pflanze. In der Regel ist sie jedoch an den mittleren und unteren Blättern häufiger und bevorzugt die Teile der Pflanze, die nicht unmittelbar dem Winde ausgesetzt sind. Bei günstigen Witterungsverhältnissen vermehrt sie sich sehr stark. Sie ist gegen Störungen nicht so empfindlich wie die beiden vorher genannten Blattlausarten, jedoch lassen sich auch hier die ausgewachsenen Individuen von der Pflanze zu Boden fallen. In Lettland überwintert die Pfirsichblattlaus nur in geheizten Gewächshäusern und in anderen geheizten Räumen, sofern sie sich auf dort vorhandenen Pflanzen ernähren und den ganzen Winter über vermehren kann. Die Pfirsichblattläuse, die im Hochsommer auf der Kartoffel und vielen anderen Pflanzen vorkommen, stammen sämtlich von den Individuen ab, die in Gewächshäusern überwintert haben und zu Beginn des Sommers mit diesen Pflanzen ins Freie gelangt sind. Beinahe mit jeder Chrysanthemenblüte kauft man diese Blattlaus. Im Vorfrühling gibt es selten ein Radieschenbündel, zwischen dessen Blättern keine Pfirsichblattlaus zu finden ist. Ebenso ist diese Art in Mistbeeten in der Nähe geheizter

Gewächshäuser auf Blumen-, Gemüse- und anderen Setzlingen häufig zu finden. Würde den Besitzern der Gewächshäuser die Bekämpfung der Pfirsichblattlaus zur Pflicht gemacht, so würden wir diese Blattlaus in unseren Städten auf der Kartoffel nicht mehr finden können. Wenn andererseits in jeder Gemeinde in einer oder mehreren Wirtschaften geheizte Gewächshäuser gebaut sein werden, in denen nichts zur Vernichtung der Blattläuse geschieht, dann ist dies der sicherste Weg, um die Pfirsichblattlaus dann auch auf den Kartoffelfeldern in größerer Anzahl zu finden. Selbst bei Annahme dieses Falles würde jedoch die Pfirsichblattlaus in Lettland sich auf der Kartoffel nicht so stark vermehren wie in wärmeren Ländern, wo sie die Möglichkeit besitzt, unter natürlichen Verhältnissen im Eistadium auf Pfirsich- und Aprikosenbäumen zu überwintern.

Die Pfirsichblattlaus ist diejenige Art, die bei der Verbreitung der Viruskrankheiten einen beherrschenden Rang einnimmt. Das Fehlen dieser Art in unserer einheimischen Fauna bietet ohne weiteres die Möglichkeit, den Virusbesatz der Kartoffel entsprechend niedrig zu halten. Die Tatsache des ständig auftretenden Vorkommens der Pfirsichblattlaus in unseren geheizten Gewächshäusern läßt es geraten erscheinen, die Pflanzguterzeugung nur dort zu betreiben, wo sich keine geheizten Gewächshäuser in der Nähe befinden oder wo für eine geregelte Bekämpfung innerhalb dieser Gewächshäuser Sorge getragen wird. Bis jetzt ist in Lettland weder die erste noch die zweite dieser Bedingungen erfüllt.

Die Pfirsichblattlaus ist kleiner als die grünfleckige Kartoffellaus. Die flügellosen Individuen sind 1—1,5 mm lang und von dunkelgrüner Farbe. Die Fühler sind ebenso lang wie der Körper. Die Siphonen sind lang, an der Spitze verdickt, aufgeblasen. Allein durch die Form der Siphonen ist die Pfirsichblattlaus leicht von den anderen auf der Kartoffel lebenden Blattlausarten zu unterscheiden.

Die Gewächshauslaus

(*Neomyzus circumflexus* Buckt.)

Die Gewächshauslaus ist seltener als die Pfirsichblattlaus. Sie kommt jedoch regelmäßig im Hochsommer und später in der Nähe von geheizten Gewächshäusern auf der Kartoffel vor. Ebenso wie die Pfirsichblattlaus hält sie sich vorzugsweise an der Unterseite der mittleren und unteren Blätter der Kartoffel auf. Sie ist ein ständiger Schädling der in geheizten Gewächshäusern angebauten Pflanzen. In Lettland überwintert sie nur in geheizten Gewächshäusern. Sie vermehrt sich dort auch während des Winters und siedelt dann im Sommer auf im Freiland wachsende Pflanzen über. Mit den Setzlingen von Blumen, Gemüse und anderen Pflanzen wird sie zum Teil auf weitere Entfernungen übertragen.

Die Gewächshauslaus ist kleiner als die Pfirsichblattlaus. Die flügellosen Individuen sind 1—1,2 mm lang, von grünlich-gelber Farbe mit

schwarzen Flecken auf der Oberseite des Körpers, die auf dem hellen Untergrund deutlich sichtbar sind. Man kann die Gewächshauslaus an diesen Flecken leicht von allen anderen auf der Kartoffel vorkommenden Blattlausarten unterscheiden.

Mit dieser Aufstellung sind alle in Lettland auf der Kartoffel beobachteten und gesammelten Blattausarten genannt. Es handelt sich bei ihnen sämtlich um solche Arten, die sich zur Ernährung außer der Kartoffel vieler anderer Pflanzen bedienen können. Mit Ausnahme der beiden letztgenannten Arten können sie überall vorkommen, da sie ein Bestandteil der einheimischen Fauna sind. Die Pfirsichblattlaus und die Gewächshauslaus sind in geheizten Gewächshäusern oder anderen geheizten Räumen und an innerhalb dieser Räume vorkommende Pflanzen gebunden, da sie unter den klimatischen Verhältnissen Lettlands nicht im Freiland überwintern können.

Abschließend will ich noch bemerken, daß bisher in Lettland niemand einen ganzen Sommer über seine ganze Arbeitskraft der Untersuchung dieser Fragen gewidmet hat. Es kann daher mit Sicherheit angenommen werden, daß bei der jetzt einsetzenden intensiveren Bearbeitung dieser Frage an mehreren Orten durch verschiedene Sachbearbeiter auch noch andere Blattläuse bekannt werden, die bei uns auf der Kartoffel vorkommen.

Zusammenfassung

Die Arbeiten über das Studium der Blattläuse wurden im Jahre 1924 begonnen. Innerhalb dieser Studien wurden auch die auf der Kartoffel lebenden Läuse eingehender untersucht. Der Schwerpunkt der Untersuchungen lag im Norden Lettlands, jedoch wurden auch alle übrigen Teile des Landes berücksichtigt. Es sind folgende Blattlausarten an der Kartoffel beobachtet worden:

1. *Doralis fabae* Scop., in unbedeutender Anzahl,
2. *Doralis rhamni* Boyer, die am häufigsten vorkommende Art,
3. *Doralis frangulae* Koch, etwas seltener als vorige Art,
4. *Macrosiphon Koehleri* Börn., ziemlich selten vorkommend,
5. *Aulacorthum solani* Kalt., ziemlich selten, jedoch häufiger als vorige Art,
6. *Myzodes persicae* Sulz., nur in den Städten und deren Umgebung, sowie in der Nähe der im Winter geheizten Gewächshäuser,
7. *Neomyzus circumflexus* Buckt., seltener als vorige Art.

Keine der genannten Arten ist so stark verbreitet, daß größere Schädigungen bekannt wären. Bei der Pfirsichblattlaus ist es niemals gelungen, eine geschlechtliche Generation festzustellen, die Vermehrung dürfte ausnahmslos nur parthenogenetisch erfolgen.

Die Überwinterung kann bei ihr nur in geheizten Räumen (z. B. Gewächshäusern) nie im Freien erfolgen. Dieser Tatsache entspricht auch

die Verbreitung. Als einzig wirksame Bekämpfungsmaßnahme der Pfirsichblattläuse wird eine regelmäßige Bekämpfung der Blattläuse in den Gewächshäusern in Vorschlag gebracht.

Schrifttum

In der Aufsatzreihe „Pflanzenpathologie im Ostland" sind bisher folgende Mitteilungen erschienen:

1. Mitteilung: KLINKOWSKI, M., Aufgaben der Pflanzenpathologie und des praktischen Pflanzenschutzes im baltischen Ostland. Ztschr. f. Pflzkrkht. **53**, 12—18, 1943.
2. Mitteilung: LEPIK, E., Ein Beitrag zur Kenntnis wenig bekannter Pflanzenkrankheiten aus Estland. Zentralbl. f. Bakteriol. II, 1943 im Druck.
3. Mitteilung: EGLITIS, M., Untersuchungen über die Möglichkeiten der Bekämpfung von *Cercospora beticola* Sacc. Zentralbl. f. Bakteriol. II, 1943 im Druck.
4. Mitteilung: BRUNDZA, K., Der Roggenschneeschimmel in Litauen. Angew. Bot., 1943 im Druck.
5. Mitteilung: BRAMMANIS, L. Der Hausbock (*Hylotrupes bajulus*) in Lettland. Ztschr. f. angew. Entomol. **30**, 1943.

Mitteilung aus dem Vierjahresplaninstitut für Werkstofforschung beim Staatlichen Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem [1])

Der natürliche Schutz des Laubholzes gegen Hausbockkäferlarven und seine Ursache

Von

GÜNTHER BECKER

Mit 4 Abbildungen

Inhalt

I. Fragestellung

Die Larven des Hausbockkäfers *(Hylotrupes bajulus* L.), die gefährlichsten tierischen Zerstörer des verbauten Holzes in Deutschland und den benachbarten Ländern, sind — wie zahlreiche andere Cerambyciden — auf Nadelholzarten beschränkt und bisher in Laubhölzern niemals mit Sicherheit beobachtet worden. Die weiblichen Hausbockkäfer werden bei der Eiablage von ätherischen Ölen angelockt, die für die Koniferen eigentümlich sind und den Laubhölzern ganz fehlen (G. BECKER 1942 b). Es liegt also eine gewisse sinnesphysiologische Bindung der Art an Nadelhölzer vor, die allerdings begrenzt und deren praktische Bedeutung offenbar nur gering ist (G. BECKER 1944). Vor allem aber sind die Tiere ernährungsphysiologisch auf Nadelholz angewiesen. Denn in Laubholzarten eingesetzte Hausbockkäferlarven sterben nach einigen Wochen ab, obwohl sie darin mehr oder weniger heftig nagen und regelmäßig einen Teil des zernagten Holzes fressen (G. BECKER 1942 a). Während andere Ceramby-

[1]) **Abteilung Werkstoff-Biologie.**

cidenarten sich in Laubholz zu entwickeln vermögen, besitzt dieses also gegen den Hausbockkäfer einen natürlichen Schutz, der dem Nadelholz — zumindest dem Splintholz — fehlt. Die Ursache dieser Widerstandsfähigkeit genauer aufzuklären, war einmal ökologisch und ernährungsphysiologisch sehr erwünscht, zum anderen bot sich die Aussicht, Hinweise oder neue Wege für einen vorbeugenden Holzschutz gegen den Hausbockkäfer zu finden. Schließlich erschien eine solche Untersuchung auch vom Standpunkt der Holzchemie aus lohnend.

Die Laubhölzer haben bekanntlich einen anderen anatomischen Bau als die Nadelhölzer. Doch dürfte darauf der natürliche Schutz gegenüber den Hausbockkäferlarven nicht beruhen, da diese, wie gesagt verschiedenste Laubholzarten ohne weiteres zernagen können und auch fressen. Die Dichte der Hölzer ist natürlich von Einfluß auf die Freßtätigkeit, die Zerstörungsmöglichkeit und den Kräfteverbrauch der Larven. Aber auch Laubhölzer mit geringerer Dichte als der des Kiefern- oder Fichtenholzes sind als Nahrung ungeeignet.

Zahlentafel 1. Holzbestandteile bei Nadel- und Laubhölzern. (Nach C. Schwalbe)

Holzbestandteile	Nadelhölzer	Laubhölzer
Lignin	28—30	18—26
Hexosan	6—12	0,2—2
Pentosan	7—14	17—26
Harzfett	1—4	—
Fettwachs	—	1—3

Chemisch bestehen zwischen Laub- und Nadelhölzern verschiedene Unterschiede (Zahlentafel 1) und es liegt somit nahe anzunehmen, daß in ihnen der Grund für den natürlichen Schutz der ersteren zu suchen ist. Während für die Nadelhölzer ein mehr oder weniger hoher Gehalt an Harzen und ätherischen Ölen kennzeichnend ist, besitzen die Laubhölzer, denen diese ganz fehlen, an ihrer Stelle Wachse, die wiederum bei den Nadelhölzern nicht oder nur in geringer Menge vorkommen. Unter den Kohlenhydraten ist bei den Koniferen der Hexosananteil größer als der Pentosananteil; bei den Laubhölzern ist das Verhältnis umgekehrt, Hexosane kommen bei ihnen nur in recht geringer Menge vor. Der für die Entwicklungsgeschwindigkeit der *Hylotrupes*-Larven entscheidende Proteingehalt (G. Becker 1942 a) wird für beide Holzgruppen als annähernd gleich hoch angegeben. Bemerkenswert ist jedoch noch, daß die Laubhölzer allgemein einen höheren Gehalt an organischen Säuren besitzen als die Nadelhölzer. — Die Zahlentafeln 1—3 zeigen vergleichsweise den Gehalt einiger Hölzer an verschiedenen Stoffgruppen.

Wie frühere Untersuchungen (G. Becker 1942 a) gezeigt haben, kann das Fehlen der Harzstoffe und ätherischen Öle in den Laubhölzern nur günstig sein, denn ihre Extraktion aus Kiefernsplintholz be-

Zahlentafel 2. Analysen deutscher Hölzer. (Nach C. SCHWALBE und E. BECKER aus F. KOLLMANN)

Bestandteile (Prozent der wasserfreien Substanz)	Fichte (Picea excelsa)	Kiefer (Pinus silvestris)	Buche (Fagus silvatica)	Birke (Betula verrucosa)	Pappel (Populus tremula)
Asche	0,77	0,39	1,17	0,39	0,32
Harz, Wachs und Fett (Ätherauszug + Alkoholauszug)	2,30	3,45	1,78	1,80	3,16
Methylzahl (CH_3)	2,36	2,20	2,96	2,77	2,57
Methylalkohol } nach FELLENBERG	0,122	0,111	0,175	0,161	0,182
Pektin daraus } nach FELLENBERG	1,22	1,11	1,75	1,61	1,82
Essigsäure (saure Hydrolyse nach SCHORGER)	1,44	1,40	2,34	4,65	4,17
Stickstoff	0,11	0,13	0,17	0,12	0,10
Protein (N 6,25)	0,69	0,80	1,05	0,74	0,63
Pentosan	11,30	11,02	24,86	27,07	23,75
Methylpentosan	3,00	2,23	1,02	0,84	0,72
Cellulose	63,95	60,54	67,09	64,16	62,89
Pentosanfreie Cellulose	57,84	54,25	53,46	45,30	47,11
Lignin	28,29	26,35	22,46	19,56	18,24

Zahlentafel 3. Chemische Zusammensetzung des Kiefern- und Birkenholzes (Nach SCHARKOW und MUROMZEWA)

Holzbestandteile	Kiefer	Birke	Holzbestandteile	Kiefer	Birke
Zellstoff	36,87	32,06	Glukan	5,0	11,5
Lignin	27,3	21,21	Galactan	3,0	0,0
Abspaltbares Methoxyl	0,5	2,67	Eiweiß	0,4	0,75
Methylpentosan	073	0,0	Harze, Fette	2,0	1,34
Araban	4,15	7,71	Essigsäure	1,1	4,1
Xylan	6,35	14,30	Uronsäure	2,8	4,01
Mannan	9,6	0,0	Asche	0,2	0,35

schleunigt, ihr Zusatz hemmt die Larvenentwicklung. Der fehlende oder geringe Hexosangehalt erscheint ebenfalls nach den genannten bereits vorliegenden Untersuchungen ohne Bedeutung, da bei Kiefernholz allein der Zellulosegehalt zur Deckung des Kohlenhydratbedarfes der Larven ausreichen würde und der Kohlenhydratanteil der Nahrung im Kiefernsplintholz gegenüber Eiweiß im Überfluß vorhanden ist, ein verminderter Hexosangehalt jedenfalls nicht das Absterben der Larven bewirken kann. Es bleiben also zunächst als mögliche Gründe für die Laubholzwiderstandsfähigkeit der Gehalt an Wachsstoffen, der Gehalt an organischen Säuren, der im Verhältnis zu den Nadelhölzern wesentlich höhere Pentosangehalt, das Vorhandensein eines oder verschiedener spezifischer Giftstoffe für Hausbocklarven in allen Laubhölzern oder schließlich die Eigenart der Zellulose-Lignin- bzw. der Zellulose-Hemi-

zellulose-Lignin-Bindung bei den Laubhölzern und die dadurch bedingte Abbaufähigkeit der Kohlenhydrate durch die Larvenfermente.

Während der Durchführung der im folgenden mitgeteilten Versuche wurde von J. Kaltwasser (1941) eine kurze Bemerkung veröffentlicht, daß Erlenholz zum Teil nach Kochen mit Natronlauge von den Hausbocklarven als Nahrung verwertet werden kann, Zusatz von Mannose zu unverändertem Erlenholz jedoch dieses nicht zur Ernährung geeignet macht. J. Kaltwasser schließt aus den im einzelnen nicht näher beschriebenen Versuchen, daß Giftstoffe in den Laubhölzern das Absterben der Hausbocklarven verursachen.

II. Versuche[1]) mit verschieden behandelten Laubhölzern

1. Unverändertes oder von holzzerstörenden Pilzen angegriffenes Laubholz; Hungerfähigkeit der Larven

Bei früheren ernährungsphysiologischen Versuchen (G. Becker 1942 a) war die Lebensfähigkeit von Hausbockkäferlarven in *Birke, Buche (Rotbuche), Eiche (Splint), Erle, Esche, Linde, Pappel* und *Weide* geprüft worden. Bei diesen Versuchen starben zu Beginn 75 . . . 220 mg wiegende Larven im Verlaufe von 70 Tagen bzw. nahmen sehr stark (um 28 . . . 61 % ihres Anfangsgewichtes) an Gewicht ab. Die Temperatur betrug dabei 28°, die rel. Luftfeuchtigkeit 90 . . . 95 %.

Wiederholungen mit anderen Proben der weichen Holzarten *Erle, Linde* und *Pappel* im Rahmen dieser Versuche lieferten das gleiche Ergebnis (vgl. unten Zahlentafel 6, „Kontrolle").

Das Raumgewicht und die Dichte der weichen unter den verwendeten Laubhölzern sind geringer als bei Kiefernholz. Dennoch wurden, um den Einfluß des mechanischen Faktors auf den Larvenfraß weiter zu prüfen, bzw. auszuschalten, einige Versuche mit Laubholzproben höheren Raumgewichts durchgeführt, die nach Angriff holzzerstörender Pilze einen mehr oder weniger starken Gewichtsverlust aufwiesen und ein dementsprechend lockeres Gefüge besaßen. Dabei wurde *Coniophora cerebella* als typischer Zellulosezerstörer und *Polystictus versicolor* als gleichzeitig auch Lignin abbauender Pilz verwendet.

Bei Kiefernholz erhöht Angriff holzzerstörender Pilze die Wachstumsgeschwindigkeit der Hausbockkäferlarven, und zwar im Anfang des Befalls stark, nach längerem Pilzwachstum weniger. Die chemischen Veränderungen des Laubholzes infolge des Pilzangriffs können hier, da vorhergehender Pilzbefall das Larvenwachstum zumindest nicht hemmt, zunächst unberücksichtigt bleiben; in diesem Zusammenhang ist vielmehr die Abnahme der Holzfestigkeit entscheidend.

Zahlentafel 4 gibt eine Übersicht über die verwendeten Holzproben, insbesondere die Gewichtsabnahme infolge des Pilzangriffes und das Ergebnis der Tierversuche. Trotz der zum Teil sehr starken Vermorschung des Holzes vermochten sich jüngere und mittelgroße Haus-

---

[1]) An der Durchführung der Versuche waren die technischen Assistentinnen Poppe und Wiede beteiligt.

Zahlentafel 4. Versuche über die Entwicklungsfähigkeit der Hausbockkäferlarven in pilzbefallenem Laubholz (nach Hitzeabtötung des Pilzes) Versuchsbedingungen 28°, 90 ... 93 % rel. Luftfeuchtigkeit

Holzart	Pilzart	Gewichtsverlust infolge des Pilzangriffes %	Anfangsgewicht der Larven mg	Ergebnis nach 70 Tagen
Birke	*Coniophora cerebella*	13	5 ... 10 20 ... 30	Larven tot
"	"	35	5 ... 10 20 ... 30	"
Buche	"	10	5 ... 10 20 ... 30	"
"	"	31 ... 36	6 ... 7 35 ... 36	"
"	"	59 ... 61	6 ... 7 35 ... 37	"
"	*Polystictus versicolor*	22	5 ... 10 20 ... 30	"

bocklarven auch in pilzbefallenem Holz nicht zu entwickeln, sondern starben im Laufe von 70 Tagen (28 °, 90 . . . 93 % rel. Luftfeuchtigkeit) sämtlich ab. Mechanisch ist also der Schutz des Laubholzes nicht bedingt, er muß vielmehr in der chemischen Zusammensetzung begründet sein.

Zur Beurteilung, ob das Absterben der Tiere innerhalb von 70 Tagen durch eine Giftwirkung verursacht sein muß oder ob die Larven allein auf Grund unzureichender Nahrungsverhältnisse in diesem Zeitraum zu verhungern pflegen, wurde die Lebensdauer hungernder Larven gleicher Herkunft unter den für die Versuche verwendeten Bedingungen von 28 ° und 90 . . . 92 % rel. Luftfeuchtigkeit bestimmt. Wie die in Zahlentafel 5 und Abb. 1 zu-

Zahlentafel 5. Lebensdauer hungernder Hausbocklarven bei 28° und 90 ... 92 % rel. Luftfeuchtigkeit (nach vorhergehender gleichmäßiger Ernährung und Haltung

Anfangsgewicht der Larven mg	Zahl der Versuchstiere	Lebensdauer in Tagen		
		kürzeste	längste	durchschnittliche
20 ... 30	7	23	41	32
30 ... 40	9	19	58	38
40 ... 50	6	25	60	44
60 ... 80	6	42	67	50
80 ... 140	9	38	103	58

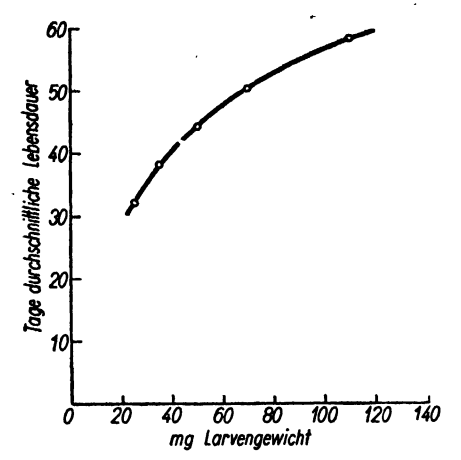


Abb. 1. Durchschnittliche Lebensdauer hungernder Hausbockkäferlarven bei 28° und rund 90...92% rel. Luftfeuchtigkeit

sammengestellten Werte zeigen, verhungern die Tiere der verwendeten Größenstufen in der Versuchszeit von 70 Tagen bei völligem Nahrungsmangel fast sämtlich. Auf eine besondere Giftwirkung des Laubholzes braucht also nach dem Absterbeergebnis auch in pilzbefallenen Laubholzarten nicht ohne weiteres geschlossen zu werden, sondern als Ursache könnte auch eine irgendwie mangelnde Eignung des Laubholzes als Larvennahrung in Frage kommen.

2. Extraktion von Laubhölzern

Um alle löslichen, für die Larvenernährung wichtigen Stoffgruppen mit einer geringeren Zahl von Versuchen zu erfassen, wurden Extraktionen von Pappel-, Erlen- und Lindenholz, also recht weichen Hölzern, bei denen der mechanische Faktor gegenüber Kiefernholz von vornherein ohne besondere Bedeutung war, mit folgenden Lösungsmitteln und mit folgender Zeitdauer vorgenommen:

a) Äther — 48 Stunden ohne Wechsel;
b) Alkohol 96 % — 48 Stunden ohne Wechsel;
c) kaltes dest. Wasser — 4 Wochen mit täglichem Wasserwechsel;
d) kochendes dest. Wasser: 2mal je 3 Std. Kochen mit anschließender 24stündiger kalter Wässerung, insgesamt 48 Stunden ohne Wasserwechsel;
e) 1,0 % Schwefelsäure — 48 Stunden ohne Wechsel;
f) 5,0 % Schwefelsäure — 24 Stunden ohne Wechsel;
g) 1,0 % Natronlauge — 48 Stunden ohne Wechsel;
h) 1,0 % Natronlauge — 2 Stunden ohne Wechsel.

Es wurde einheitlich mit Holzklötzchen von 1,5 × 2,5 × 5 (Stammrichtung) cm^3 Abmessungen gearbeitet. Die Extraktionen erfolgten sämtlich (abgesehen von d) bei Zimmertemperatur. Daß die Unterdruckbehandlung eine vollständige Durchtränkung mit den Lösungsmitteln gewährleistet, kann auf Grund der Ergebnisse an anderen Versuchen unterstellt werden. Auch sind trotz der Holzabmessungen die herausgelösten Mengen nicht wesentlich geringer, als bei Holzanalysen an stark zerkleinertem Holz (vgl. C. Schwalbe u. a.) ermittelt worden ist. Mit einem etwas verschieden starken Extraktionsgrad im Innern der Klötzchen ist dennoch zu rechnen, doch dürften die grundsätzlichen Ergebnisse der folgenden Versuche dadurch nicht betroffen werden.

In allen Fällen wurden die Proben zu Beginn und — mit Ausnahme von h — auch am Ende der Extraktion (am Schluß mit nachträglichem 3stündigen Stehenlassen in der Lösung bei normalem Luftdruck) einer Unterdruckbehandlung von 20 Minuten Dauer im Falle von a) und b) bei 210 ... 260 Torr (mm Quecksilbersäule), im Falle der übrigen Extraktionen bei 110 ... 160 Torr unterworfen, so daß eine vollständige Durchtränkung des Holzes mit dem Lösungsmittel in kurzer Zeit erreicht wurde. Die mit verdünnter Schwefelsäure und Natronlauge behandelten Proben wurden anschließend, zunächst mehrere Tage lang unter täglicher Wiederholung des Unterdruckverfahrens sowie vorhergehendem und anschließendem Wasserwechsel, insgesamt 17 Tage lang in dest. Wasser gewässert, bis das Holz nicht oder kaum noch den ihm eigentümlichen Farbstoff abgab. Es kann damit gerechnet werden, daß daraufhin keine die Tiere noch beeinflussenden Schwefelsäure- oder Natronlaugereste mehr im Holz vorhanden waren. Die Abgabe von Farbstoff war bei der Natronlaugebehandlung besonders stark und unter den 3 Holzarten bei Erle am größten. Die Gewichtsabnahme des Holzes bei den verschiedenen Behandlungsarten ist in Zahlentafel 6 angegeben.

Die verwendeten Hausbockkäferlarven waren vorher in Kiefernsplintholz von günstigem Nährwert gehalten worden. Es wurden nur Tiere verwendet, die zuvor an Gewicht zugenommen hatten, und zwar aus Größenstufen, die erfahrungsgemäß eine gute Wachstumsgeschwindigkeit aufweisen. Die Larven wurden der Größe nach gleichmäßig auf die einzelnen Extraktionsarten verteilt, um Versuchsfehler infolge des Tiermaterials auszuscheiden (vgl. G. Becker 1942 a). Bei der Auswahl der Holzproben wurden abwechselnd Klötzchen aus verschiedenen Stammzonen, Splint- wie Kernholz, entnommen, doch wurde ihre frühere Lage im Stamm genau vermerkt, so daß unterschiedliche Ergebnisse auf Grund der Holzbeschaffenheit berücksichtigt und gegebenenfalls erklärt werden konnten. Die Versuche wurden ebenfalls bei 28° und 90 ... 93 % rel. Luftfeuchtigkeit durchgeführt.

Die Zahlentafel 6 enthält die Versuchsergebnisse. Die Larven nagten und fraßen in allen Fällen mehr oder weniger viel und zeigten meist reichliche Kotabgabe. Jedoch waren sie im Laufe von 70 Tagen bei Äther-, Alkohol-, Kalt- und Heißwasser, sowie Schwefelsäureextraktion sämtlich abgestorben. (Eine einzige Ausnahme bei Alkoholextraktion von Pappel mit Überleben, aber 27 % Gewichtsabnahme einer größeren Larve kann in Anbetracht der Ergebnisse an unverändertem Holz unberücksichtigt bleiben.) Allein Natronlaugebehandlung lieferte ein anderes Ergebnis: nach 2stündiger Behandlung war im Durchschnitt ein Drittel der Larven nach 70 Tagen noch am Leben und hatte um durchschnittlich 41 ... 48 % an Gewicht abgenommen, nach 48stündiger Natronlaugebehandlung schließlich überlebten rd. 70 % der Versuchstiere, und von diesen hatte zwar die eine Hälfte ebenfalls um 6 ... 51 % an Gewicht abgenommen, die andere Hälfte jedoch wies eine Gewichtszunahme um 4 ... 27 % des Anfangsgewichtes auf.

Zahlentafel 6. Einfluß verschiedener Behandlungsarten (Extraktionen) von Laubhölzern auf die Entwicklungsmöglichkeit von Hausbockkäferlarven

Versuchsbedingungen: 28°, 90 ... 93 % rel. Luftfeuchtigkeit

	Art der Holzbehandlung	Holzart	Gewichtsabnahme infolge der Behandlung in % des Holzgewichtes	Anfangsgewicht der Larven mg	Zahl der Versuchstiere	Versuchsergebnis nach 70 Tagen
—	— — (Kontrolle)	Erle	—	12 ... 21	3	alle Larven tot
		Linde	—	10 ... 83	5	„ „ „
		Pappel	—	28 ... 113	4	„ „ „
a	Ätherextraktion	Erle	1,8	10 ... 43	4	alle Larven tot
		Linde	1,3	9 ... 70	5	„ „ „
		Pappel	1,6	25 ... 103	4	„ „ „
b	Alkoholextraktion	Erle	1,3	9 ... 25	4	alle Larven tot
		Linde	1,5	9 ... 53	5	„ „ „
		Pappel	1,0	17 ... 102	4	3 Larven tot; größte um 27 % des Anfangsgewichtes abgenommen
c	Wässerung in kaltem dest. Wasser 4 Wochen lang mit täglichem Wasserwechsel	Erle	3,8	9 ... 28	4	alle Larven tot
		Pappel	2,7	28 ... 129	5	„ „ „
d	Extraktion mit kochendem dest. Wasser, 2mal je 3 Stunden; insgesamt 48 Stunden Wässerung	Erle	3,5	9 ... 42	4	alle Larven tot
		Linde	3,8	8 ... 47	5	„ „ „
		Pappel	2,8	12 ... 102	4	„ „ „

e	Behandlung mit 1 % Schwefelsäure 24 Stunden; anschließend 17 Tage Wässerung in kaltem dest. Wasser	Erle	3,3	70 ... 120	4	alle Larven tot
		Pappel	1,3	70 ... 120	4	„ „ „
f	Behandlung mit 5 % Schwefelsäure 24 Stunden; anschließend 17 Tage Wässerung in kaltem dest. Wasser	Erle	3,7	15 ... 65	6	alle Larven tot
		Pappel	2,5	15 ... 65	6	„ „ „
g	Behandlung mit 1 % Natronlauge, 48 Stunden; anschließend 17 Tage Wässerung in kaltem dest. Wasser	Erle	5,6	11 ... 66	9	kleinste Larve tot; bei 3 Larven Gewichtsabnahme, bei 5 Gewichtszunahme. Durchschnittliche Gewichtsveränderung der überlebenden Larven: + 3 %
		Linde	8,8 (8,5)	11 ... 57	10	5 Larven tot; bei 2 Gewichtsabnahme, bei 3 Gewichtszunahme. Durchschnittliche Gewichtsveränderung der überlebenden Larven: ± 0,0 %
		Pappel	6,5	10 ... 101	9	2 Larven tot; bei 5 Gewichtsabnahme, bei 2 Gewichtszunahme. Durchschnittliche Gewichtsveränderung der überlebenden Larven: — 15,2 %
h	Behandlung mit 1 % Natronlauge, 2 Stunden; anschließend 17 Tage Wässerung in kaltem dest. Wasser	Erle	8,3	10 ... 80	9	5 Larven tot; bei allen übrigen Gewichtsabnahme um durchschnittlich 41 % des Anfangsgewichtes
		Linde	8,2 (9,2)	21 ... 85	8	5 Larven tot; bei allen übrigen Gewichtsabnahme um durchschnittlich 48 % des Anfangsgewichtes
		Pappel	4,6	15 ... 80	9	8 Larven tot; bei der restlichen Gewichtsabnahme um 44 % des Anfangsgewichtes

Wie bei den Versuchen von J. Kaltwasser erbrachte also auch hier eine Natronlaugebehandlung Verwertbarkeit des Laubholzes durch die Larven, und zwar in einer hier bereits wesentlich schonenderen Form bei Zimmertemperatur im Gegensatz zu der NaOH-Kochung bei J. Kaltwasser.

Ein Einfluß der Lage der Proben im Stamm auf das Ergebnis ließ sich nicht feststellen; in unmittelbar in Stammrichtung benachbarten Klötzchen war Gewichtszu- und -abnahme der Larven nach 48stündiger NaOH-Behandlung zu beobachten. Doch liegt offenbar ein Unterschied zwischen den drei Holzarten vor; denn sowohl hinsichtlich der durchschnittlichen Gewichtsänderung nach 48stündiger als auch hinsichtlich der Sterblichkeit der Larven nach 2stündiger Natronlaugeeinwirkung erwies sich Pappel als die ungünstigste, Erle als die günstigste der drei Holzarten für die Larven. Dieses Ergebnis steht in bemerkenswerter Übereinstimmung mit der Gewichtsabnahme der Holzproben auf Grund der Extraktion, die bei Erle am größten, bei Pappel am geringsten war.

Allgemein war bei den 2 Tage lang der stark verdünnten Natronlauge ausgesetzten Klötzchen eine erhebliche, den zwei Stunden lang behandelten eine geringe Schrumpfung des Holzes zu beobachten (Abb. 2), während die Klötzchen bei allen übrigen Behandlungsarten äußerlich unverändert erschienen. Die mit 5 % Schwefelsäure behandelten Klötzchen wiesen einen außerordentlich starken Festigkeitsverlust auf, der den Larven das Nagen zweifellos sehr erleichtert. Die mit Natronlauge behandelten, stark eingefallenen Hölzer dagegen erschienen deutlich verfestigt und setzten einem Aufspalten größeren Widerstand entgegen als unbehandeltes Erlen- oder Pappelholz. Daß die Larven dauernd gerade in diesen Klötzchen am Leben blieben und auch stark nagten, in den mit 5 % Schwefelsäure behandelten dagegen nicht überlebten, beweist erneut, daß die Holzfestigkeit nicht für das Absterben in Laubholz entscheidend ist.

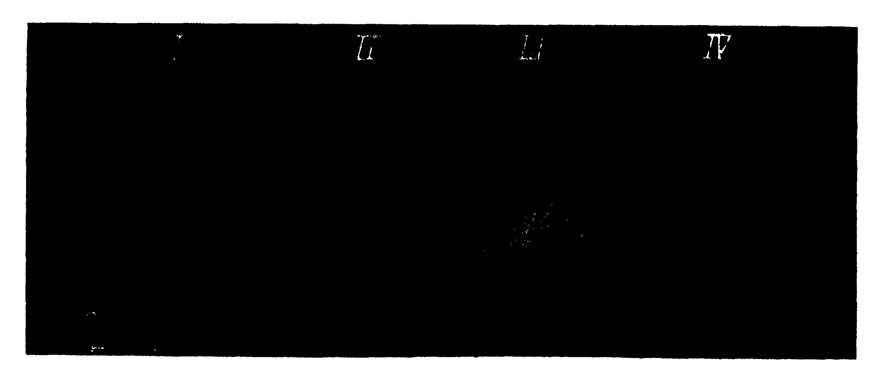


Abb. 2. Pappelholzklötzchen gleicher Beschaffenheit und gleicher Anfangsgröße (Normklötzchen) 1. in unverändertem Zustand, 2. nach 48stündiger Behandlung mit 1 % Natronlauge (bei Zimmertemperatur) und anschließender gründlicher Wässerung, 3. desgl. nach 24stündiger Behandlung mit 5 % Natronlauge, 4. desgl. nach 48stündiger Behandlung mit 1 % Schwefelsäure. — Aufnahme: Vierjahresplaninstitut für Werkstoffforschung (G. Becker)

3. Zusatz von Eiweißstoffen zu extrahierten Laubhölzern

Langfristige Wässerung oder Behandlung von Kiefernsplintholz mit verdünnter Schwefelsäure führt zu einem Abbau bzw. einer Veränderung der Eiweißstoffe, so daß die Hausbocklarven in dem Holz nicht mehr oder nur sehr kümmerlich zu leben vermögen, (G. BECKER 1942 a). Um den Einfluß eines Eiweißmangels bei den entsprechenden Laubholzextraktionen auszuschalten, wurde den gewässerten und den mit Schwefelsäure behandelten Proben nachträglich eine für die Larvenernährung günstige und in ihrer Konzentration ausreichende Pepton-[1]) lösung bzw. -aufschwemmung im Unterdruckverfahren zugesetzt. Die Gewichtsabnahme des Holzes bei den einzelnen Behandlungsarten ist aus Zahlentafel 6 zu entnehmen.

Zahlentafel 7. Einfluß von Eiweißzusatz („Pepton 204") zu gewässertem und mit Schwefelsäure behandeltem Laubholz auf die Entwicklungsfähigkeit von Hausbockkäferlarven

Versuchsbedingungen: 28°, 90 ... 93 % rel. Luftfeuchtigkeit

Vorbehandlung des Holzes	Holzart	Peptonzusatz in % des Holzgewichts	Anfangsgewicht der Larven mg	Zahl der Versuchstiere	Ergebnis nach 70 Tagen
Wässerung in dest. Wasser 4 Wochen lang mit täglichem Wechsel	Erle	1,5	31 ... 142	4	alle Larven tot
	Pappel	1,8	29 ... 137	4	„ „ „
Behandlung mit 1 % Schwefelsäure 24 Stunden; anschließend Wässerung	Erle	1,4	71 ... 116	4	alle Larven tot
	Pappel	1,5	77 ... 117	4	„ „ „
Behandlung mit 5 % Schwefelsäure 24 Stunden; anschließend Wässerung	Erle	1,7	16 ... 64	6	alle Larven tot
	Pappel	1,8	15 ... 63	6	„ „ „

Wie die in Zahlentafel 7 zusammengestellten Ergebnisse zeigen, starben auch nach Peptonzusatz die Larven in allen sechs Fällen sämtlich ab. Mangelnder Eiweißgehalt ist also nicht der Grund für die Unmöglichkeit einer Entwicklung in gewässertem oder mit 1 % und 5 % Schwefelsäure behandeltem Laubholz.

Aber auch Natronlaugebehandlung verschlechtert die Lebensbedingungen der Hausbocklarven, wie an Kiefernsplintholz festgestellt

[1]) Das Peptonpräparat wurde von der Firma FRIEDR. WITTE, Rostock, freundlicherweise zur Verfügung gestellt.

und insbesondere durch eine eingetretene Änderung des Eiweißgehaltes zu erklären versucht worden war (G. BECKER 1942 a). Daher wurde weiterhin das Wachstum der Larven in 24 Stunden lang einer 5prozent. Natronlauge ausgesetzten und nach hinreichender Wässerung und Trocknung mit Peptonzusatz versehenen Erlen- und Pappelklötzchen geprüft. Die Veränderungen des Holzes, durch die das Wachstum der Larven bei 1 % Natronlaugebehandlung möglich geworden war, dürften bei Einwirkung 5prozent. Lauge stärker gewesen sein. Die Klötzchen waren stark geschrumpft und sehr schwer mit einem Messer aufzuspalten. Das Versuchsergebnis ist in der Zahlentafel 8 wiedergegeben.

Zahlentafel 8. Gewichtsveränderung von Hausbockkäferlarven in Laubholz bei Eiweißzusatz („Pepton 204") nach 24stündiger Behandlung mit 5prozentiger Natronlauge

Versuchsdauer: 70 Tage. Versuchsbedingungen: 28°, 90 ... 93 % rel. Luftfeuchtigkeit

Holzart	Gewichtsabnahme infolge NaOH-Behandlung und anschließender Wässerung in % des Holzgewichtes	Peptonzusatz in % des Holzgewichtes	Anfangsgewicht der Larven mg	Gewichtszunahme der Larven in % des Anfangsgewichtes	
				Einzelwerte	Durchschnitt
Erle	8,2	1,7	14,9	13,4	48,8
			17,6	26,2	
			31,1	58,6	
			34,1	44,0	
			36,7	44,6	
			54,3	79,0	
			61,7	74,6	
			72,3	50,0	
Pappel	1,9	1,8	17,2	62,3	36,3
			30,2	34,4	
			32,5	24,9	
			36,2	12,2	
			53,9	54,7	
			61,6	8,3	
			68,4	57,2	

Sämtliche Tiere waren sowohl bei Erle wie bei Pappel nicht nur nach 70 Tagen am Leben, sondern hatten ausnahmslos um 13 ... 79 %, im Durchschnitt um 49 % bei Erle, um 8 ... 62 %, im Durchschnitt um 36 % bei Pappel an Gewicht zugenommen. Die Larven vermochten sich also in dem so behandelten Holz trotz seiner erheblichen Härte wie in Kiefernsplintholz gut weiterzuentwickeln und machten einen einwandfreien Eindruck. Das Erlenholz war auch in diesem Versuch wie bei den früher beschriebenen (vgl. Zahlentafel 6) günstiger als das Pappelholz, obwohl die Peptonaufnahme bei Pappelholz etwas größer war als bei Erlenholz.

4. Zusatz von Kohlenhydraten zu unveränderten Laubhölzern

Die Auswertung der bisherigen Versuchsergebnisse, deren Erörterung jedoch zurückgestellt und erst am Schlusse sämtlicher Tierversuche im Zusammenhang erfolgen soll, führte u. a. zu der Vermutung, daß möglicherweise mangelnde Verdaulichkeit der vorhandenen bzw. eine zu geringe Menge verwertbarer Kohlenhydrate im Laubholz die Ursache des Absterbens der Larven sein könnte. Daher wurde zu Buchen-, Erlen-, Eschen- und Pappelholz 1. eine wäßrige Lösung von 3 % Malzexrakt (käufliches Biomalz) und 1 % löslicher Stärke, 2. eine Lösung von 3 % Malzextrakt, 1 % löslicher Stärke, 1 % Galactose und 1 % „Pepton 203" (F. Witte, Rostock) und 3. zu Erlenholz eine 3prozent. Dextroselösung und eine Lösung von 3 % Dextrose und 1 % „Pepton 203" im Unterdruckverfahren zugesetzt, wobei durch Ausmaß des Unterdruckes, vorheriges Erwärmen der Klötzchen und der Lösung und durch längeres Liegenlassen des Holzes in der Tränkflüssigkeit für eine möglichst reichliche Aufnahme an Lösung gesorgt wurde. Die Ergebnisse der mit diesen Hölzern durchgeführten Tierversuche enthält (ebenso wie die aufgenommenen Lösungsmengen) [1]) die Zahlentafel 9.

Zahlentafel 9. Einfluß des Zusatzes von Kohlenhydraten zu unverändertem Laubholz auf die Entwicklungsgeschwindigkeit von Hausbockkäferlarven
Versuchsbedingungen: 20°, 90 ... 93 % rel. Luftfeuchtigkeit

Holzart	Zugesetzte Stoffe in % der Tränklösung	Gesamtzusatz in % des Holzgewichtes	Anfangsgewicht der Larven mg	Zahl der Versuchstiere	Ergebnis nach 70 Tagen
Buche	3 % Malz + 1 % Stärke	4,0	14,4 ... 75,8	3	alle Larven tot
Erle		6,6	10,2 ... 101,4	6	„ „ „
Esche		3,1	15,5 ... 82.9	3	„ „ „
Pappel		8,3	9,2 ... 85,5	6	„ „ „
Buche	3 % Malz + 1 % Stärke + 1 % Pepton	1,2	18,2 ... 120,4	3	alle Larven tot
Erle		8,4	13,1 ... 156,1	7	„ „ „
Esche		3,6	21,1 ... 121,8	3	„ „ „
Pappel		9,8	11,7 ... 107,7	6	„ „ „
Buche	—	—	24,2 ... 144,0	3	alle Larven tot
Erle		—	24,1 ... 140,8	3	„ „ „
Esche		—	25,3 ... 149,4	3	„ „ „
Pappel		—	21,9 ... 133,3	3	2 größte Larven lbd.
Erle	3 % Dextrose	5,2	10,0 ... 19,0	6	1 Larve lbd, matt
„	2 % Dextrose +1 % Pepton	7,0	10,0 ... 19,7	6	alle Larven tot
„	—	—	10,0 ... 20,0	6	„ „ „

[1]) Da sich die Stärke nicht vollständig löste, ist die tatsächlich aufgenommene Kohlenhydratmenge dabei in allen Fällen etwas geringer als berechnet.

Einen Zusatz der genannten Kohlenhydrate, die an sich von den Larven verwertet werden können und zur Deckung ihres Kohlenhydratbedarfes annähernd ausreichen dürften, wie aus früheren Versuchen geschlossen werden kann, verhindert nicht ein Absterben der Larven in den Laubhölzern.

Entsprechend ermöglichte nach Versuchen von J. KALTWASSER auch ein Zusatz von Mannose zu Erlenholz nicht die Weiterentwicklung der Larven.

Unzureichende Kohlenhydraternährung im Laubholz scheidet also als Grund für das Larvensterben (ebenso wie mangelnder Eiweißgehalt) aus.

III. Versuche mit verschiedenen Zusätzen zu Kiefernsplintholz

1. Zusatz von Laubholzextrakten

Nachdem die vorangegangenen Versuche gezeigt hatten, daß durch Behandlung mit stark verdünnter Natronlauge — und zwar als einziger der vorgenommenen Extraktionen — Laubholz in eine für die Hausbocklarven als Nahrung geeignete Form überführt werden kann, war nach dem Grund dieser Erscheinung und des natürlichen Schutzes des Laubholzes zu suchen. Während nun die soeben besprochenen Versuche mit Kohlenhydratzusätzen zu unverändertem Laubholz eine der dafür in Frage kommenden Ursachen näher verfolgten und in der Tat ein wesentliches Ergebnis erbrachten, indem sie auf das Vorhandensein von Giftstoffen im Laubholz hinweisen, wurde daneben untersucht, ob und inwieweit Laubholzextrakte tatsächlich eine solche Giftwirkung auf die Larven besitzen, die das Absterben der Tiere in Laubholz zur Folge haben könnte.

Zu diesem Zweck wurden Kiefernsplintholzklötzchen in der bereits angegebenen Weise mit verschiedenen Lösungen bzw. Extrakten aus Erlen- und Pappelholz getränkt, bei deren Gewinnung und Anwendung im Anschluß an die bisherigen Versuche und mit dem Ziel einer gewissen Anreicherung der Extrakte bzw. einer Vereinheitlichung der zugesetzten Extraktmengen vorgegangen wurde. Die Durchführung von 5 Versuchsreihen (1, 2, 3, 4 a und 4 b) ist im folgenden kurz beschrieben. Zum Vergleich diente unbehandeltes bzw. mit dest. Wasser oder mit 1 % NaOH getränktes Kiefernsplintholz (20 Min. Unterdruck, anschließend 90 Min. bei gewöhnlichem Luftdruck).

1. Je 20 Normklötzchen (= 167,9 g gedarrtes Holz bei Erle, = 155,6 g bei Pappel) wurden in 1000 cm³ *1prozent. Natronlauge* nach üblicher Unterdruckbehandlung 48 Stunden lang unter Wiederholung der Unterdruckbehandlung nach 24 Stunden ausgelaugt. Die abgetropften Klötzchen wurden sodann in 400 cm³ dest. Wasser nach Unterdruckbehandlung 24 Stunden lang ausgezogen. — Kiefernsplintholz-Tränkung mit den Lösungen. Zahlenangaben und Ergebnisse: Zahlentafel 10 a und b.

2. Je 20 Normklötzchen (= 170,0 g bei Erle, = 155,2 g bei Pappel) wurden in 800 cm³ *dest. Wasser* nach Unterdruckbehandlung 3 Stunden lang *gekocht*, nach weiterer Unterdruckbehandlung zwei Tage lang in dem gleichen Wasser stehen

gelassen, sodann 3 Stunden gekocht und nochmals 1 Tag stehen gelassen (insgesamt 3 Tage Wässerung). Das verdunstete Wasser wurde aufgefüllt. — Tränkung mit dem wäßrigen Extrakt. Zahlenangaben und Ergebnisse: Zahlentafel 10 a und b.

3. Je 100 g fein zerspantes Erlen- und Pappelholz wurde mit 500 (E) bzw. 600 cm³ (P) *1prozent. NaOH* 48 Stunden lang bei zweimaliger Unterdruckanwendung ausgelaugt. — Tränkung mit der entstehenden Lösung. Ergebnisse: Zahlentafel 10 c und d.

4. Je 200 g fein zerspantes Erlen- und Pappelholz wurden I. mit 1400 cm³ *1prozent. NaOH* nach Unterdruckbehandlung 24 Stunden lang ausgelaugt, II., III. und IV. anschließend je 24 Stunden mit 500 cm³ täglich gewechseltem dest. Wasser bei Unterdruckbehandlung nach jedem Wasserwechsel ausgezogen. — Die Tränkung des Kiefernsplintholzes erfolgte a) mit den 4 entstandenen Lösungen (Ergebnisse: Zahlentafel 11 a), b) mit je 1prozent. wäßrigen Lösungen der eingedampften und getrockneten Extrakte (Ergebnisse: Zahlentafel 11 b).

Die ersten Versuchsreihen (Zahlentafel 10) ergaben eine Verschlechterung der Lebensbedingungen für die Larven, die — in guter Übereinstimmung mit den früheren Versuchen mit NaOH-behandeltem Laubholz als Larvennahrung — bei Pappel stärker als bei Erle, ferner bei Zusatz des Natronlaugeextraktes bemerkenswerterweise geringer als bei dem anschließenden Wasserauszug war. Vor allem aber erwies sich die Verschlechterung der Lebensbedingungen für die Tiere in keinem Falle als so groß wie bei der zum Vergleich erfolgten Tränkung mit 1 % NaOH. Zusatz des reinen Wasserextraktes setzt den Wert des Holzes ebenfalls sehr herab, doch ist bei diesen Versuchen zu berücksichtigen, daß der Nahrungswert auch des Kiefernsplintholzes bereits durch Tränkung mit dest. Wasser allein merklich geringer wird. Die Gewichtsabnahme der Larven beträgt in 28 Tagen bei Zusatz des NaOH-Extraktes durchschnittlich höchstens 9 %, bei Zusatz des anschließenden H_2O-Auszuges höchstens 15 % im Durchschnitt. Daraus braucht noch nicht gefolgert zu werden, daß die Larven bei längerem Aufenthalt in diesem Holz sämtlich absterben würden. Wie nämlich die Ergebnisse der zweiten Versuchsreihen (Zahlentafel 11) zeigten, kann auf eine allgemeine Gewichtsabnahme der Larven in 28 Tagen (zahlenmäßig dort nicht im einzelnen angegeben) eine Zunahme im Zeitraum von insgesamt 70 Tagen nach Gewöhnung der Tiere an die veränderte Nahrung eintreten.

Bei den wichtigeren zweiten Versuchsreihen wurde außer dem ersten auf die NaOH-Behandlung folgenden H_2O-Extrakt, der sich als schädlicher für die Tiere erwiesen hatte als der NaOH-Extrakt, auch der bei der zweiten und dritten Wässerung in je 24 Stunden aus dem gleichen Erlen- und Pappelholz ausgezogene Anteil untersucht. Wie die miteinander recht gut übereinstimmenden Ergebnisse der beiden in der Durchführung verschiedenen Reihen a und b zeigen, die trotz dieser Verschiedenheit in Abb. 3 zusammengefaßt graphisch dargestellt sind, erwies sich auch hier der erste Wasserextrakt als schädlicher auf die Tiere als der Natronlaugeextrakt. Dabei war ebenfalls wiederum Pappel stärker wachstumshemmend als Erle. Bei Zusatz des zweiten

Zahlentafel 10. Einfluß von Laubholzextrakten (bei a und b aus extrahierten Versuchsklötzchen, bei c und d aus zerspantem Holz, in ursprünglicher Lösung) als Zusatz zu Kiefernsplintholz auf das Wachstum jüngerer Hausbockkäferlarven

Versuchsbedingungen: 28°, 90 ... 93 % rel. Luftfeuchtigkeit. — Versuchsdauer: 28 Tage

	Extrahierte Holzart	Extraktionsart	Extrahierte Menge in % des Laubholzgewichtes	Zugesetzte Lösungsmenge in % des Kiefernsplintholzgewichtes	Anfangsgewicht der Larven mg	Anzahl der Tiere bei Versuchsende	Durchschnittliche Gewichtsveränderung der Larven in % des Anfangsgewichtes
a	Erle	1 % NaOH 24 Stunden	7,0[1]	98	1,8 ... 5,1	7	+ 3,8
		1. H_2O nach NaOH-Behandlung 24 Stunden		93	1,8 ... 5,4	8	— 13,2
		H_2O, 3 Tage	3,5	109	1,9 ... 6,1	8	+ 3,1
	Kontrolle	—	—	—	1,9 ... 4,9	6	+ 17,8
	Kontrolle mit NaOH-Behandlung (20 Min. Unterdruck, insgesamt 110 Min.)		—	97	1,8 ... 5,0	4	— 29,1
b	Pappel	1 % NaOH 24 Stunden	5,5[1]	94	1,8 ... 5,4	8	— 9,0
		1. H_2O nach NaOH-Behandlung 24 Stunden		94	1,9 ... 5,6	8	— 15,4
		H_2O, 3 Tage	2,8	103	1,9 ... 6,2	7	— 1,8
	Kontrolle	—	—	—	2,0 ... 5,0	6	+ 31,6
	Kontrolle mit NaOH-Behandlung (20 Min. Unterdruck, insgesamt 110 Min.)		—	96	2,1 ... 5,0	7	— 28,7
c	Erle	1 % NaOH 24 Stunden	8,3[1]	116	1,8 ... 3,8	4	— 4,1
	Pappel	„	6,1[1]	115	1,8 ... 4,9	6	— 6,4
	Kontrolle	—	—	—	2,4 ... 5,6	10	+ 17,6
	Kontrolle mit NaOH-Behandlung (20 Min. Unterdruck, insgesamt 110 Min.)		—	118	2,0 ... 5,3	12	— 22,6
d	Erle	1 % NaOH 24 Stunden	8,3[1]	119	2,0 ... 5,0	4	+ 26,0
	Pappel	„	6,1[1]	117	2,5 ... 5,6	3	— 6,6
	Kontrolle	—	—	—	3,0 ... 3,8	4	+ 81,6

[1]) Extrahierte Menge auf Grund der Natronlaugebehandlung und anschließender gründlicher Wässerung.

Zahlentafel 11. Einfluß von Laubholzextrakten (aus zerspantem Holz) als Zusatz zu Kiefernsplintholz auf das Wachstum jüngerer Hausbockkäferlarven. Tränkung a) mit ursprünglicher Lösung, b) mit einer 1 prozent. Lösung des trockenen Extraktes. Versuchsbedingungen: 28°, 90 ... 93 % rel. Luftfeuchtigkeit. — Versuchsdauer: 70 Tage

	Extrahierte Holzart	Extraktionsart	Extrahierte Menge in % des Laubholzes	Zugesetzte Lösungsmenge (a) bzw. Extraktmenge (b) in % des Kiefernsplintholzgewichtes	Anfangsgewicht der Larven mg	Anzahl der Tiere bei Versuchsende	Durchschnittliche Gewichtsveränderung der Larven in % des Anfangsgewichtes	
							Versuchswert	Kontrollwert = 100
a	Erle	1 % NaOH, 24 Std.	6,5	98	2,2 ... 7,6	5	62,9	75
		1. H_2O nach NaOH-Behandlung, 24 Std.		110	2,1 ... 6,6	6	48,3	57
		2. H_2O danach, 24 Std.		113	2,1 .. 7,2	6	72,4	86
		3. H_2O danach, 24 Std.		111	2,1 ... 7,3	6	61,3	73
	Pappel	1 % NaOH, 24 Std.	5,4	103	2,1 ... 9,2	7	61,0	72
		1. H_2O nach NaOH-Behandlung, 24 Std.		116	2,0 ... 8,7	5	41,5	49
		2. H_2O danach, 24 Std.		110	2,4 ... 8,8	6	50,3	60
		3. H_2O danach, 24 Std.		109	2,4 ... 8,8	5	20,6	24
Kontrolle		H_2O - Behandlung (Unterdruck 20 Min., insgesamt 110 Min.)		—	2,0 ... 7,9	6	84,3	100
"		Behandlung des Kontrollholzes mit 1 % NaOH (Unterdruck 20 Min., insgesamt 110 Min.)		(112)	2,0 ... 8,6	7	— 9,8	— 12
b	Erle	1 % NaOH., 24 Std.	6,5	3,7	1,5 .. 5,4	6	18,1	85
		1. H_2O nach NaOH-Behandlung, 24 Std.		3,7	1,7 ... 5,5	4	13,2	62
		2. H_2O danach, 24 Std.		3,6	3,3 ... 5,6	3	14,6	69
		3. H_2O danach, 24 Std.		3,6	1,8 ... 5,7	6	17,8	84
	Pappel	1 % NaOH, 24 Std.	5,4	3,8	2,8 ... 5,8	3	11,8	61
		1. H_2O nach NaOH-Behandlung, 24 Std.		3,9	1,8 ... 6,0	5	11,4	55
		2. H_2O danach, 24 Std.		3,9	2,9 ... 4.9	3	— 1,4	— 7
		3. H_2O danach, 24 Std.		3,9	1,9 ... 6,1	5	1,4	7
Kontrolle		H_2O - Behandlung (Unterdruck 20 Min., insgesamt 110 Min.)		—	2,0 ... 6,4	11	21,3	100
"		Behandlung des Kontrollholzes mit 1 % NaOH (Unterdruck 20 Min., insgesamt 110 Min.)		(3,8)	1,9 ... 5,1	6	- 24,4	— 114

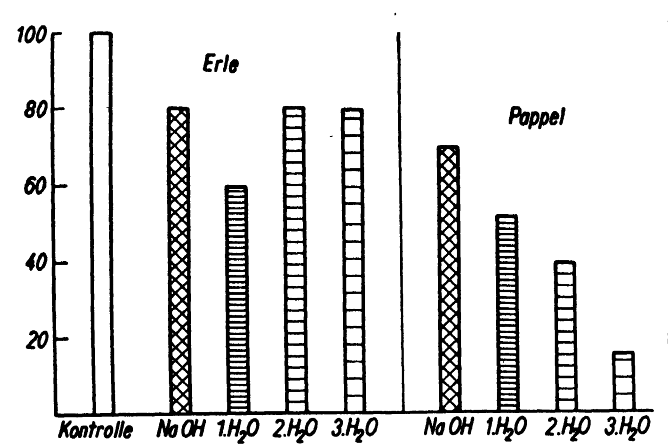


Abb. 3. Einfluß von Laubholzextrakten als Zusatz zu Kiefernsplintholz auf die Wachstumsgeschwindigkeit jüngerer Hausbockkäferlarven. (Durchschnittswerte aus zwei verschiedenen Versuchsreihen, bezogen auf „Kontrollwert = 100".) Versuchsausführung vergleiche Text und Zahlentafel 10

und dritten Wasserextraktes schließlich wuchsen im Falle von Erlenholz die Larven rascher als bei Verwendung des ersten, und zwar in beiden Fällen etwa ebenso schnell wie bei Zusatz des NaOH-Auszuges; im Falle von Pappelholz dagegen wurde das Wachstum durch den zweiten und dritten Wasserextrakt stärker gehemmt als durch den ersten. Bei der Reihe b) sind alle Extratlösungen von gleicher Konzentration, während bei a) die gelöste Menge mit jeder Wässerung kleiner wird. Entsprechend der offenbar geringen Schädlichkeit der Wasserextrakte bei Erle sind die Ergebnisse beider Reihen annähernd gleich; bei Pappel dagegen wirkt sich die anscheinend höhere Giftigkeit des zweiten und dritten Wasserauszuges in der Reihe b) tatsächlich entsprechend der stärkeren Extraktkonzentration mehr auf die Tiere aus als in der Reihe a). — In allen Fällen, mit Ausnahme eines Pappelextraktes, nahmen im übrigen die Tiere im Durchschnitt noch an Gewicht zu, und zwar bei Erle in den günstigeren Fällen (NaOH, 2 . H_2O, 3 . H_2O) um rund 80 %, bei Pappel allerdings zum Teil wesentlich weniger im Vergleich zu den Kontrolltieren in kurz mit dest. Wasser getränktem Vergleichsholz, während nach vorhergehender kurzer Natronlaugetränkung die Larven durchwegs an Gewicht (im Mittel um 59 % des Anfangsgewichtes) verloren.

Die ungünstige Wirkung der NaOH-Tränkung wird also weitgehend aufgehoben, wenn die 1prozent. NaOH-Lösung zuvor 24 Stunden mit Laubholz in Berührung gestanden hatte. Offenbar wird die Ionenkonzentration der Lösung, die doch wohl die Verschlechterung des Kiefernholzes als Larvennahrung zur Folge hat, wesentlich verändert und die NaOH-Lösung weitgehend neutralisiert — ein Erfolg, der den im Laubholz reichlich enthaltenen organischen Säuren zuzuschreiben sein dürfte. Dabei kann natürlich auch eine etwa vorhandene Giftwirkung dieser neutralisierenden Stoffe ihrerseits beim Auszug mit 1 % NaOH aufgehoben werden, und in der Tat schädigt der folgende Laubholzauszug mit dest. Wasser die Larven, wie gezeigt wurde, mehr als Zusatz des NaOH-Auszuges selbst. Doch soll auf diese Versuchsergebnisse und ihre mögliche Deutung wiederum erst an späterer Stelle im Zusammenhang mit anderen näher eingegangen werden.

Wasserextrakte allein, die aus verschiedenen Laubholzarten durch wiederholtes Kochen gewonnen und als rd. 0,8prozent. Zusatz (bezogen auf das Holzgewicht) zu Kiefernsplintholz zugesetzt wurden, hatten — jedenfalls in dieser Konzentration — nicht nur keine Gewichtsabnahme, sondern in einzelnen Fällen sogar eine geringe Wachstumbeschleunigung gegenüber dem Vergleichsholz zur Folge. Sie scheinen jedenfalls nicht sehr geeignet zu sein, die Frage der Ungenießbarkeit des Laubholzes für Hausbockkäferlarven klären zu helfen, und von einer näheren Angabe der Zahlen wurde daher auch abgesehen.

Dagegen wirkte sich ein Zusatz von Holzextrakten aus Eiche, Kastanie und Sumach, die vom K. W. I. für Lederforschung, Dresden, freundlicherweise zur Verfügung gestellt wurden, schädlich auf die Larven aus (Zahlentafel 12). Bei Zusatz dieser Stoffe von 4,2 % bzw.

Zahlentafel 12. Einfluß von Heißwasserextrakten von Eiche, Kastanie und Sumach[1]) als Zusatz zu Kiefernsplintholz auf das Wachstum jüngerer Hausbockkäferlarven

Versuchsbedingungen: 28°, 90 ... 93 % rel. Luftfeuchtigkeit. — Versuchsdauer: 70 Tage

Holzart	Zugesetzte Extraktionsmenge in % des Holzgewichtes	Anfangsgewicht der Larven mg	Anzahl der Tiere bei Versuchsende	Durchschnittliche Gewichtsveränderung der Larven in % des Anfangsgewichtes	
				Versuchswert	Kontrollwert = 100
Eiche	1,0	8,7 ... 22,2	5	14,1	41
	4,2	9,0 ... 22,4	6	— 18,7	— 55
Kastanie	1,0	6,0 ... 24,6	5	10,8	32
	3,8	6,3 ... 24,8	6	— 14,7	— 43
Sumach	1,0	11,3 ... 26,9	5	18,8	55
	4,0	8,5 ... 27,5	5	14,8	43
(Kontrolle)	—	10,0 . 34,9	14	34,3	100

3,8 % des Holzgewichtes nahmen die Larven in 70 Tagen um durchschnittlich die Hälfte ihres Anfangsgewichtes ab, würden also nach längerem Aufenthalt in diesem Holz wahrscheinlich abgestorben sein. Obwohl aber der Zusatz an Laubholzextrakt mehr als die Hälfte, zum Teil etwa zwei Drittel der mit NaOH und anschließender Wässerung ausgezogenen Menge beträgt, deren Entfernung Laubholz für die Larven genießbar machte (Zahlentafel 6), sind doch die wesentlich kleineren Larven als bei jenen ersten Laubholzversuchen im gleichen Zeitraum noch nicht abgestorben.

Die weniger ungünstige Wirkung des Sumachextraktes kann dadurch bedingt sein, daß dieser in eingedickter Form, die beiden anderen dagegen als Trockensubstanz vorlagen.

[1]) Handelsprodukte vom K. W. I. für Lederforschung; von Eiche und Kastanie als Trockenextrakte, von Sumach in eingedickter Form.

Im folgenden soll schließlich noch der Einfluß zweier Stoffgruppen untersucht werden, die im Laubholz in besonders großer Menge vorkommen und außerdem durch Natronlauge chemisch beeinflußt werden.

2. Zusatz von Pentosen

Wie zu Beginn der Arbeit gesagt worden war, ist für Laubhölzer im Gegensatz zu Nadelhölzern ein hoher Gehalt an Pentosanen bei einem geringen Vorkommen von Hexosanen kennzeichnend. Pentosen hatten als Zusatz in geringerer Menge zu Kiefernsplintholz keinen besonderen Einfluß gehabt, ihre Verwertbarkeit durch die Larven ist zumindest im Falle von Xylose zweifelhaft, während z. B. Arabinose anscheinend verwertet wurde (G. BECKER 1942 a). E. PARKIN konnte allerdings bei *Hylotrupes*-Larven ein pentosanabbauendes Ferment nachweisen. Allgemein gilt, daß ein im Verhältnis zu den Eiweißstoffen zu hoher Anteil resorbierbarer Kohlenhydrate die Lebensbedingungen für die Larven verschlechtert (G. BECKER 1942 a).

Da Natronlaugebehandlung in der angewandten Form vor allem die Pentosane des Holzes angreift und hydrolysiert, war besonders zu prüfen, ob ein hoher Pentosangehalt an sich, d. h. etwa als beliebiger hoher Zusatz von Pentosen zu Nadelholz das Absterben der Larven zur Folge hat. Daher wurde Kiefernsplintholz im Unterdruckverfahren mit einer wäßrigen Lösung von 4 % Xylose + 1 % Arabinose getränkt. Die Gewichtsaufnahme von Xylose-Arabinose-Gemisch betrug durchschnittlich 6,2 % des Holzgewichtes.

Zahlentafel 13. Einfluß des Zusatzes von Xylose + Arabinose (4:1) zu Kiefernsplintholz auf das Wachstum jüngerer Hausbockkäferlarven
Versuchsbedingungen: 28°, 90 ... 93 % rel. Luftfeuchtigkeit. — Versuchsdauer: 70 Tage

Zugesetzte Pentosenmenge in % des Holzgewichtes	Anfangsgewicht der Larven mg	Anzahl der Tiere bei Versuchsende	Durchschnittliche Gewichtszunahme der Larven in % des Anfangsgewichtes	
			Versuchswert	Kontrollwert = 100
6,2	11,0 ... 17,9	6	21,6	59
—	10,9 ... 17,4	6	36,5	100

Das in Zahlentafel 13 wiedergegebene Versuchsergebnis zeigt, daß ein hoher Zusatz von Pentosen zwar erwartungsgemäß die Wachstumsgeschwindigkeit der Larven herabsetzt, jedoch weder ihr Absterben noch eine Gewichtsabnahme zur Folge hat.

3. Zusatz organischer Säuren zu Kiefernsplintholz

Da den organischen Säuren nach den vorliegenden Ergebnissen eine besondere Bedeutung für die Widerstandsfähigkeit der Laubhölzer gegenüber den *Hylotrupes*-Larven zuzukommen schien, wurden zum

Schluß Versuche mit Zusatz einiger entsprechender Stoffe zu Kiefernsplintholz durchgeführt.

Außer der in Laubhölzern weit verbreiteten Essigsäure und deren Abbauprodukt Bernsteinsäure wurden Ellagsäure und Tannin als wichtige Gerbsäuren einheimischer Hölzer sowie „Eichenblattgerbstoff" (vom K. W. I. für Lederforschung, Dresden) geprüft. Die Untersuchung des Einflusses der Gerbsäuren insbesondere erschien ohnehin erwünscht.

Zahlentafel 14. Einfluß organischer Säuren als Zusatz zu Kiefernsplintholz auf das Wachstum jüngerer Hausbockkäferlarven

Versuchsbedingungen: 28°, 90 ... 93 % rel. Luftfeuchtigkeit. — Versuchsdauer: 70 Tage

Zugesetzter Stoff	Zugesetzte Menge in % des Holzgewichtes	Anfangsgewicht der Larven mg	Anzahl der Tiere bei Versuchsende	Durchschnittliche Gewichtsveränderung der Larven in % des Anfangsgewichtes	
				Versuchswert	Kontrollwert = 100
Essigsäure	1,8	2,9 ... 8,9	8	48,6	82
	— (Kontrolle)	2,9 ... 8,0	6	58,8	100
	1,0	4,8 ... 12,2	6	25,2	57
	0,6	4,7 ... 11,2	7	32,1	72
	0,2	4,6 ... 11,9	7	37,0	83
	— (Kontrolle)	4,8 ... 11,7	7	44,5	100
Bernsteinsäure	2,5	24,2 ... 56,7	4	3,7	11
	1,0	20,8 ... 51,6	4	19,4	56
	— (Kontrolle)	29,4 ... 61,1	3	34,5	100
	2,5	76,5 ... 129	3	5,3	54
	1,0	76,2 ... 125	3	10,9	111
	— (Kontrolle)	85,7 ... 130	3	9,8	100
Ellagsäure	4,0	13,0 ... 34,0	4	32,4	138
	0,9	9,4 ... 33,9	6	72,3	309
	— (Kontrolle)	8,0 ... 34,8	8	23,4	100
Tannin (1. Präparat)	2,4	16,0 ... 93,0	4	23,8	89
	0,6	16,1 ... 96,3	4	34,7	130
	— (Kontrolle)	18,6 ... 54,9	3	26,6	100
Tannin (2. Präparat)	3,6	10,0 ... 34,6	4	— 31,2	— 133
	1,0	9,9 ... 34,6	5	27,7	118
	— (Kontrolle)	8,0 ... 34,8	8	23,4	100
Eichenblattgerbstoff	4,2	9,0 ... 32,8	5	35,2	150
	1.0	9,2 ... 32,6	5	23,6	101
	— (Kontrolle)	8,0 ... 34,8	8	23,4	100

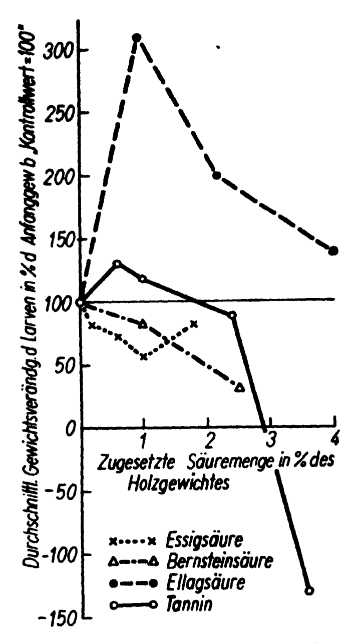


Abb. 4. Einfluß eines verschieden hohen Zusatzes von vier organischen Säuren auf das Wachstum jüngerer Hausbockkäferlarven

Die Ergebnisse sind in Zahlentafel 14 und zum Teil in Abb. 4 zusammengestellt. Essigsäure hemmt zwar die Larvenentwicklung, hatte aber selbst in 4,2prozent. Zusatz zum Holz keine Gewichtsabnahme, sondern eine beträchtliche Zunahme der Tiere zur Folge, obwohl das Holz noch bei Versuchsende stark sauer roch. Bernsteinsäure ist in geringer Konzentration ebenfalls von keinem nennenswerten Einfluß, als 2,5prozent. Zusatz verzögert sie das Wachstum, ohne Gewichtszunahme zu verhindern.

Ellagsäure, ein regelmäßiger Bestandteil einheimischer Laubhölzer, hatte bemerkenswerterweise als 0,9- und 4,0prozent. Zusatz eine Beschleunigung des Hausbocklarvenwachstums zur Folge. Der Unterschied der Gewichtszunahme ist besonders bei der niedrigeren Konzentration so beträchtlich, daß er über einen möglichen Streuungsfehler weit hinausgeht und anzunehmen zwingt, daß Ellagsäure von den Larven als Nahrung verwertet wird oder irgendeine wachstumsbeschleunigende Wirkung ausübt.

Tannin hatte in niedrigeren Konzentrationen ebenfalls eine gewisse, wenn auch geringe Wachstumsförderung gegenüber den Vergleichstieren zur Folge, als 3,6prozent. Zusatz dagegen wurde die Larvenentwicklung gehemmt, und die Tiere nahmen beträchtlich an Gewicht ab. In höherer Konzentration wirkt Tannin also giftig. Eichenblattgerbstoff dagegen hatte weder in 1,0- noch 4,2prozent. Konzentration einen schädigenden Einfluß auf die Tiere.

Im Anschluß an diese Versuche über den Einfluß organischer Säuren auf Hausbocklarven sei die Deutung eines früheren Versuchsergebnisses mit Abietinsäure (G. BECKER 1942 a) berichtigt. Diese als wichtigste Nadelholzharzsäure in Chloroformlösung in Kiefernsplintholz angereicherte Verbindung hatte nach 15tägiger Lagerung der Versuchshölzer zwischen Behandlung und Beginn der Tierversuche das Absterben aller Larven in den Versuchs- und zum Teil auch in den Kontrollhölzern zur Folge gehabt. Wie spätere Versuche auf Grund eines freundlichen Hinweises von Herrn Prof. Dr. WIENHAUS, Tharandt, auf die in diesem Falle vorliegenden Verhältnisse zeigten, ist der Tod durch das gerade von Abietinsäure sehr lange festgehaltene und nur langsam abgegebene Chloroform — eine besondere Eigenschaft dieser Verbindung — verursacht worden. Die Abietinsäure selbst hat — ebenso wie Bernsteinsäure — erst von etwa 4prozent. Zusatz an einen wirklich schädigenden Einfluß auf die *Hylotrupes*-Larven, ohne indes größere Tiere in 70 Tagen zum Absterben zu bringen. Die Giftwirkung von Harzsäuren ist demnach nicht besonders groß. Jedoch von einem Konzentrationsbereich ab, der auch für den natürlichen Harzgehalt von Nadelhölzern in Betracht kommt, wirken Harzstoffe hemmend auf die Larven-

entwicklung, und durch den Gehalt des Holzes an ihnen wird — außer durch zahlreiche andere Bedingungen — der Massenwechsel der Art ebenfalls beeinflußt.

IV. Beurteilung und Zusammenfassung der Versuchsergebnisse

Im folgenden soll versucht werden, die vorliegenden Ergebnisse zur Beantwortung der bei dieser Untersuchung gestellten Frage auszuwerten.

Das Absterben der Hausbocklarven in Laubholzarten ist durch Festigkeitseigenschaften nicht bedingt. Denn auch in „weichen" pilzbefallenen oder mit Schwefelsäure behandelten (und danach im letzteren Falle mit Eiweißzusatz versehenen) Laubhölzern vermögen sich die Tiere nicht zu erhalten.

Eine spezifische Giftwirkung der Laubhölzer braucht nicht vorzuliegen, sondern der natürliche Schutz kann auch rein ernährungsphysiologisch bedingt sein. Denn hungernde Larven sterben innerhalb der gleichen Zeit ab, die für die Laubholzversuche zur Anwendung kam.

Extraktion des Laubholzes mit Äther, Alkohol, kaltem oder heißem Wasser, sowie Behandlung mit 1- oder 5prozent. Schwefelsäure macht dieses nicht als Larvennahrung geeignet. Eine ausschließliche Wirkung durch Giftstoffe, die in einer dieser Flüssigkeiten löslich sind, kommt also als Ursache des natürlichen Schutzes nicht in Frage. Auch Wachsstoffe scheiden damit aus.

Ein möglicherweise geringerer pH-Wert der Laubhölzer, etwa durch einen höheren Gehalt an organischen Säuren bedingt, ist nicht der Grund des Absterbens, da eine Neutralisation durch 2stündige Behandlung mit 1 % Natronlauge eine Larvenentwicklung nicht ermöglicht.

Mangel an Eiweißstoffen ist nicht die Ursache des Verhungerns der Hausbocklarven in Laubholz, denn ein entsprechender Zusatz bleibt ohne Erfolg.

Laubholzarten werden jedoch eine für die *Hylotrupes*-Larven geeignete Nahrung, wenn man sie einer z. B. 48stündigen Behandlung mit 1prozent. oder einer z. B. 24stündigen mit 5prozent. Natronlauge (bei Zimmertemperatur) unterwirft und danach gründlich wässert. Ein nachträglicher Zusatz der dabei beeinträchtigten Eiweißstoffe verbessert die Entwicklungsmöglichkeiten der Tiere erwartungsgemäß beträchtlich. Die Larven wachsen in den so behandelten Laubhölzern gut heran, obwohl deren Festigkeit infolge einer starken Schrumpfung des Holzgefüges — eine den Laubhölzern im Gegensatz zu Nadelhölzern eigentümliche Erscheinung bei alkalischer Behandlung — sehr erhöht ist.

Die Entscheidung, ob das Larvensterben in Laubholz durch Vorhandensein gewisser spezifischer, mit verdünnter Natronlauge bzw. mit Wasser nach vorhergehender NaOH-Behandlung ausziehbarer Giftstoffe

bedingt ist oder eine andere Ursache hat, ist auf Grund der Extraktionsversuche allein noch nicht zu treffen.

Bei einer Behandlung mit 1- oder 5prozent. Natronlauge erfolgt eine starke Quellung der Laubhölzer (Abb. 2), im Gegensatz zu den dadurch bedeutend weniger beeinflußten Nadelhölzern und eine Herauslösung der insbesondere bei den Laubhölzern in großer Menge vorhandenen Pentosane. Das Lignin wird nach den im holzchemischen Schrifttum vorliegenden Angaben etwas, die Zellulose möglicherweise in ihrem am wenigsten hydratisierten Anteil in geringem Maße angegriffen, doch dürfte eine Veränderung des Zellulosegefüges bei den Versuchen mit 1 % NaOH in der niedrigen Temperatur kaum eingetreten sein. Ein Abbau der Hexosane ist zu erwarten. Die nachträgliche Wässerung sorgte für Entfernung der leicht löslichen Zucker. Bei der Schwefelsäurebehandlung dagegen werden die Hemizellulosen bedeutend weniger angegriffen, und nur ihre letzten Abbaustufen gehen im wesentlichen in Lösung.

Den Pentosanen, deren hoher Gehalt im Laubholz für dieses u. a. kennzeichend ist, könnte also eine Bedeutung für dessen Untauglichkeit als Hausbocknahrung zukommen. Gegen eine Annahme, daß dabei der mengenmäßige Gehalt an Pentosanen entscheidend sei, sprechen die Versuche mit Zusatz von Pentosen zu Kiefernsplintholz. Die wesentlichen Versuche mit Zusatz nachweislich verdaulicher Kohlenhydrate in hinreichender Menge zu Laubholz zeigen andererseits, daß auch mangelnde Verwertbarkeit der vorhandenen Kohlenhydratverbindungen im Laubholz, etwa bedingt durch eine für die Larvenfermente unangreifbare chemische Bindung der Zellulose an Pentosane oder dgl., nicht die Ursache des natürlichen Laubholzschutzes ist.

Somit bleibt das Vorhandensein gewisser, gerade auf die Hausbockkäferlarven wirkender Giftstoffe als die gesuchte Ursache des Larvensterbens.

Es liegt nahe anzunehmen, daß auch die Mulmbocklarven *(Ergates faber* L.) und andere auf Nadelholz beschränkte Arten (G. Becker 1942 c, d, 1943) entsprechend durch Giftstoffe im Laubholz beeinflußt werden.

Die bei alkalischer Behandlung der Laubhölzer in besonders starkem Maße abgegebenen Farbstoffe können allein nicht der oder die fraglichen Giftstoffe sein, denn der Unterschied der Färbung bei 2- und 48stündiger Vorbehandlung mit NaOH ist nicht so groß, daß darauf das unterschiedliche Ergebnis der Tierversuche zurückzuführen sein könnte. Auch der Mengenunterschied des gesamten Auszuges reicht nicht zur Erklärung der verschiedenen Wirkung 2- und 48stündiger NaOH-Behandlung aus.

Weder Zusatz des mittels 1prozent. Natronlauge in 24 bzw. 48 Stunden gewonnenen Extraktes aus Laubholz zu Kiefernsplintholz

noch Tränkung mit Wasserauszügen, die im Anschluß an die Natronlaugebehandlung in einer Folge von je 24 Stunden Dauer vorgenommen wurden, verhinderten bei den angewandten Mengenverhältnissen eine Entwicklung der Larven. Diese wurde allerdings gehemmt, und zwar bei beiden untersuchten Holzarten durch den ersten 24stündigen Wasserauszug stärker als durch den zuvor gewonnenen NaOH-Extrakt.

Bemerkenswert ist, daß der schädigende Einfluß 1prozent. reiner Natronlauge durch die Wechselwirkung mit den extrahierten Laubhölzern weitgehend aufgehoben wird. Die dabei offenbar stattfindende Neutralisation kann allerdings zugleich die Aufhebung oder Verminderung einer etwa vorhandenen Giftwirkung von extrahierten Laubholzstoffen verursachen, und für eine solche Vermutung spricht die größere Schädlichkeit des zweiten und dritten H_2O-Extraktes nach der NaOH-Behandlung von Pappel und die entwicklungshemmende Wirkung gewisser Laubholzauszüge mittels heißen Wassers, wenn sie in höherer Konzentration angewendet werden.

Da Heißwasserbehandlung im vorliegenden Falle Erlen-, Linden- und Pappelholz noch nicht als Nahrung für die Hausbocklarven geeignet gemacht hat, muß man Verbindungen für entscheidend halten, die erst nach Vorbehandlung mit Natronlauge, und zwar während längerer Zeit, in hinreichender Menge aus dem Holz mit Wasser ausgezogen werden können. Glukoside scheiden also wegen ihrer Beständigkeit gegenüber verdünnten Alkalien wahrscheinlich aus; Gerbstoffe lösen sich im allgemeinen bereits in Wasser gut; dagegen könnten vom chemischen Gesichtspunkt aus etwa esterartige Verbindungen in Frage kommen.

In der Tat können organische Säuren nicht allgemein als Giftstoffe angesehen werden, auch nicht in einer für Laubhölzer eigentümlichen höheren Konzentration, denn einzelne der geprüften organischen Säuren waren entweder in geringem Maße schädlich oder in einem Falle (Ellagsäure) sogar förderlich. Tannin allerdings kann, in hinreichender Menge in das Holz eingebracht, Absterben der Larven verursachen. Bei gewissen anderen organischen Säuren dürfte es ähnlich sein. Bemerkenswert ist immerhin, daß bei Mengenverhältnissen, wie sie für Tannin zu einer schädigenden Wirkung erforderlich sind, auch die für Nadelholz eigentümlichen organischen Säuren schädlich wirken.

Der oder die giftig wirkenden Stoffe sind bei den einzelnen Laubholzarten offenbar in ihrem mengenmäßigen Anteil oder in ihrer Wirksamkeit verschieden.

Die noch ausstehende Feststellung, welcher Stoff oder welche Stoffgruppe nun tatsächlich entscheidend für den natürlichen Schutz des Laubholzes gegen *Hylotrupes*-Larven ist.

muß dem Holzchemiker überlassen bleiben [1]). Der so dringende vorbeugende Schutz des Nadelholzes gegen den Hausbockkäfer könnte vielleicht durch Auffindung des oder der fraglichen Giftstoffe eine Förderung erfahren, falls sich nicht Rohstoffschwierigkeiten seiner Anwendung entgegenstellen. Für die Holzchemie andererseits dürfte die Erforschung dieses die Nadel- und Laubholzgruppe kennzeichnenden stofflichen Unterschiedes ebenfalls nicht unwesentlich sein.

Daß die auf die *Hylotrupes*-Larven tödlich wirkenden Stoffe die Entwicklung anderer Larvenarten, z. B. von *Anobium punctatum* De Geer u. a., nicht verhindern, stimmt einmal mit der bei anderen Versuchen beobachteten höheren Fraßgiftwiderstandsfähigkeit der *Anobium punctatum*- gegenüber den *Hylotrupes*-Larven überein (B. SCHULZE und G. BECKER 1942), zum anderen ist die Anpassung einzelner Insektenarten an Nahrungspflanzen- oder -stoffe, die für andere Arten stark giftig sind, eine weitverbreitete und bekannte Erscheinung (vgl. z. B. K. FRIEDERICHS). Den Grundlagen der besonderen einseitigen Anpassung einzelner holzfressender Insektenlarven im Gegensatz zu der Vielseitigkeit anderer nachzuforschen, wäre für die vergleichende Ökologie gewiß von Wert. Im Falle des Hausbockkäfers war die vorliegende eingehendere Untersuchung notwendig, weil neben einer möglichen und vermuteten Giftstoffwirkung noch verschiedene andere Gründe für die Nahrungseinseitigkeit des Tieres in Betracht kamen, und angebracht, weil jede Förderung der Schutzmittelfrage bei diesem Großschädling erwünscht ist.

Schrifttum

BECKER, G., Untersuchungen über die Ernährungsphysiologie der Hausbockkäferlarven. Z. vergl. Physiologie **29**, 315—388, 1942 a.

— — Zur Sinnesphysiologie des Hausbockkäfers. Naturwissensch. **30**, 253—256, 1942 b.

— — Beobachtungen und experimentelle Untersuchungen zur Kenntnis des Mulmbockkäfers (*Ergates faber* L.). Z. angew. Entomologie **29**, 1—30, 1942 c und **30**, 263—296, 1943.

— — Ökologische und physiologische Untersuchungen über die holzzerstorenden Larven von *Anobium punctatum* De Geer. Z. Morphologie und Ökologie der Tiere **39**, 98—152, 1942 d.

— — Sinnesphysiologische Untersuchungen über die Eiablage des Hausbockkäfers. Z. vergl. Physiologie **30**, 1944. (Im Druck.)

FRIEDERICHS, K., Die Grundfragen und Gesetzmäßigkeiten der land- und forstwirtschaftlichen Zoologie. Berlin, Paul Parey, 1930.

HÄGGLUND, E., Holzchemie. Leipzig 1928.

[1]) Herr Doz. Dr. TH. PLOETZ, Heidelberg (Vierjahresplaninstitut für die Chemie des Holzes und der Polysaccharide), der die Freundlichkeit hatte, das Manuskript kritisch zu lesen, nimmt auf Grund der vorliegenden Ergebnisse an, daß in erster Linie die in Laubhölzern in größerer Menge vorhandenen niedermolekularen Ligninbestandteile, die auch zum Teil in Lauge löslich sind, entscheidend sein dürften. Leider ist gerade über diese Stoffgruppe chemisch noch nicht viel Sicheres bekannt.

KALTWASSER, J., Der Nahrungswert des Holzes für die Larven des Hausbockkäfers (*Hylotrupes bajulus*). Mitt. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstwirtsch. H. 65, S. 78—79, 1941.

KOLLMANN, F., Mechanische Technologie des Holzes. Berlin, J. Springer, 1936.

PARKIN, E., The digestive enzymes of some woodboring beetle larvae. J. of exper. Biol. **17**, 364—377, 1940.

SCHARKOW und MUROMZEWA, Die chemische Zusammensetzung des Holzes der Kiefer und der Birke. Forstchem. Ind. **3**, 3, 1940.

SCHULZE, B., und BECKER, G., Ergebnisse einer vergleichenden Prüfung der insektentötenden Wirkung von Holzschutzmitteln I. Wissensch. Abhandl. deutsch. Materialprüfungsanst. **II**, **3**, 11—34, 1942.

SCHWALBE, C., Die Chemie der Zellulose. Berlin, Gebr. Borntraeger, 1938.

TRENDELENBURG, R., Das Holz als Rohstoff. Leipzig, J. Lehmann, 1940.

Aus dem Institut für Pflanzenkrankheiten der Universität Bonn

Zur Kenntnis der Hyperparasiten von *Pieris brassicae* L.

1. Beitrag: *Mesochorus pectoralis* Ratz. und seine Bedeutung für den Massenwechsel des Kohlweißlings

Von

Hans Blunck

Mit 11 Abbildungen und 9 Tabellen

Stoffgliederung

A. Einführung

Bei Studien über die Hyperparasiten von *Pieris brassicae* L. bin ich unter den aus Kokons von *Apanteles glomeratus* L. schlüpfenden Ichneumoniden wiederholt auf Vertreter der Gattung *Mesochorus* gestoßen. Meistens wurde ich dieser erst im konservierten Material ansichtig, letzthin konnten einige Stücke aber lebend erfaßt und in Kultur genommen werden. Dabei kam es zu Beobachtungen, die auf die noch wenig erforschte Lebensweise dieser Wespen einiges Licht werfen und daher der Mitteilung wert scheinen. Was das Schrifttum zu berichten weiß, ist nachstehend mit zusammengestellt.

Bei der Auswertung haben mich die Spezialisten in entgegenkommendster Weise unterstützt, nicht nur in bezug auf die Gattung *Mesochorus*, sondern auch in bezug auf alle anderen Vertreter der Ichneumoniden und bei den Chalcididen. Ich fühle mich ihnen zu um so größerem Dank verpflichtet, weil die Determinierung dieser Schlupfwespen zu den schwierigsten Aufgaben der Systematiker gehört und die wenigen wirklichen Kenner der beiden Familien dementsprechend überlastet sind. Vor allem gilt mein Dank den Herren Prof. Dr. H. Bischoff, Berlin, Dr. Ch. Ferrière, früher London, jetzt Genf, Rektor K. Hedwig, Breslau, Dr. Th. Kupka, Oderberg, Dr. L. Masi, Genua, Dipl.-Ing. S. v. Novicky, Wien, Dr. E. Otten, Berlin, Dr. A. Roman, Stockholm, Reg.-Rat Dr. H. Sachtleben, Berlin und Dr. G. v. Szelényi, Budapest. Die Tachiniden bestimmte aufs beste Herr Konrektor Karl, Stolp. Bei der Beschaffung, Aufzucht, Konservierung, Vorsortierung und zum Teil auch bei den eigentlichen Determinierungsarbeiten unterstützten mich in allen Gruppen während der letzten 12 Jahre Frau Gesa Rademacher, geb. Plaas, Frau Käthe Bock, geb. Schramm, Frau Gretel Pressler, geb. Rühr, Fräulein Aimée Runge und Fräulein Ine Schaale. — Die Fotos fertigten meine wissenschaftliche Mitarbeiterin Fräulein Hildegard Schneiders und die technische Assistentin Fräulein Aimée Runge, die Zeichnungen nach meinen Skizzen mein Sohn stud. med. Werner Blunck, die Tabellen die technische Assistentin Fräulein Ine Schaale. An der Determinierung war auch die wissenschaftliche Hilfsarbeiterin des Instituts für Pflanzenkrankheiten in Bonn, Fräulein cand. rer. nat. Susanne Farwick beteiligt.

B. Die Wirte der Mesochorinen

Schmarotzertum zu Lasten von Microgasterinen ist bereits für zahlreiche *Mesochorus*-Arten gemeldet (siehe Tabelle 1a, laufende Nummer 4—57), so für *angustatus* Thoms., *anomalus* Holmgr., *aprilinus* Ash., *brevicollis* Thoms., *brevipetiolatus* Ratz., *confusus* Holmgr. (syn. *splendidulus* Ratz. und *splendidulus* Holmgr.), *curvulus* Thoms., *diversicolor*, *facialis* Bridgm., *formosus* Bridgm., *fuscicornis* Brischke, *gracilis* Brischke, *indica* Cushman, *kuwayamae, marginatus* Thoms., *pallidus* Brischke, *pallipes* Brischke, *pectoralis* Ratz., *pictilis* Holmgr., *semirufus* Holmgr., *silvarum* Curt., *tachypus* Holmgr., *testaceus* Grav., *tetricus* Holmgr., *tuberculiger* Thoms., *velox* Holmgr. und *vitreus* Walh. Tabelle 1a bringt noch weitere Einzelheiten und die Quellen.

Für *Apanteles glomeratus* L. im besonderen sind 6 *Mesochorus*-Arten nachgewiesen (siehe Tabelle 1a laufende Nummer 12—21). Den seltenen *M. tachypus* Holmgr. zog Chevalier (1926, S. 70) in 3 Stücken aus einem sehr umfangreichen einschlägigen Kokonmaterial. Martelli (1931, S. 233) gibt an, als erster *M. velox* Holmgr. und *M. curvulus* Thoms. aus dieser Art in *Aporia crataegi* erhalten zu haben. Ein Pärchen von *M. angustatus* Thoms. erbeutete Schmiedeknecht (1908—1911, S. 2004) aus

A. glomeratus L. von *Pieris brassicae*, aber auch MÖLLER (1886, S. 83) erwähnt schon Material gleicher Herkunft. THOMSON (1885, S. 343) schreibt bei der Art „e Microgastro glomerato exclusus". Nach MARTELLI (1907, S. 186) ist dieser gemeinste Parasit des Großen Kohlweißlings sogar der Hauptwirt. *M. pectoralis* Ratz. spielt als dessen Schmarotzer in England eine gewisse Rolle. Konkonmaterial von *A. glomeratus*, das 1930 zur biologischen Bekämpfung von *Pieris rapae* nach Neuseeland geschickt werden sollte, erwies sich nämlich nach MOSS (1933, S. 210—231) zu 0,47 % von dem Ichneumoniden parasitiert, und auch MUGGERIDGE (1933, S. 135—142) registriert in diesem Zusammenhang *M. pectoralis* als „responsible for some mortality" des Braconiden. GYÖRFI (1941, S. 140) erbeutete *M. gracilis* Brischke aus *A. glomeratus*.

Außer den Microgasterinen besiedeln die Mesochorinen bei Braconiden noch Vertreter aus den Unterfamilien *Rhogadinae*, *Agathidinae*, *Euphorinae* und *Meteorinae*. Die Einzelheiten bringt wieder Tabelle 1 a (laufende Nr. 1—3 und 58—63).

Auch einige andere Hymenopteren werden als Wirte von Mesochorinen angegeben, nämlich Ichneumoniden, Chalcididen und Tenthrediniden.

Unter den Ichneumoniden werden merkwürdigerweise nur Ophioninen in dieser Hinsicht genannt. Eine Übersicht bringt Tabelle 1 b.

Mit Chalcididen ist nur einmal ein *Mesochorus*-Fund in Verbindung gebracht. Er betrifft *M. nigripes* Ratz. Ein Kokon mit einer Larve dieser Art wurde zusammen mit *Syntomaspis sp.* und einer Puppe von *Ascogaster sp.* von PUZANOVA-MALYSHEVA (1930, S. 166—178) in Kernen einzelner von *Eurytoma amygdali* End. befallener Steinfrüchte gefunden (siehe Tabelle 1 b, laufende Nr. 14).

Tenthrediniden werden dagegen ziemlich häufig besiedelt. Die einschlägigen Arten sind in Tabelle 1 c mit ihren Parasiten unter Quellenangabe zusammengestellt.

Einige Angaben lauten auf Parasitismus bei Dipteren. Sie betreffen sämtlich Tachiniden (vgl. Tabelle 1 d).

Mindestens 2 *Mesochorus*-Arten, nämlich *nigripes* Ratz. und *thoracicus* Grav., sollen u. a. auf Kosten von Coleopteren leben (vgl. Tabelle 1 e). Es handelt sich um 3 Chrysomeliden- und um 3 Curculioniden-Arten.

Scheinbar das Hauptkontingent der *Mesochorus*-Wirte stellen der Literatur nach die Lepidopteren. Sie sollen sich aus einander verwandtschaftlich zum Teil sehr fernstehenden Gruppen rekrutieren, nämlich aus den Familien *Tineidae*, *Hyponomeutidae*, *Gelechiidae*, *Pterophoridae*, *Glyphipterygidae*, *Tortricidae*, *Pyralidae*, *Anthroceridae*, *Arctiidae*, *Geometridae*, *Noctuidae*, *Lymantriidae*, *Lasiocampidae*, *Bombycidae*, *Notodontidae*, *Sphingidae*, *Lycaenidae*, *Nymphalidae* und *Pieridae*. Die Spezies und die zugeordneten *Mesochorus*-Arten sind mit den Quellen in Tabelle 1 f genannt. Schon dieses bunte Bild läßt darauf schließen, daß es sich hier

in den meisten, wenn nicht in allen Fällen, um Hyperparasitismus handelt. Daß auch *Pieris brassicae*, von Fulmek (1937, S. 153) für *M. angustatus*, *M. anomalus* Holmgr., *M. brevipetiolatus* Ratz., *M. pictilis* Holmgr. (siehe auch Lederer 1939, S. 154), *M. curvulus* Thoms., *M. pectoralis* Ratz., *M. semirufus* Holmgr., *M. tuberculiger* Thoms. und *M. vittator* Zett. (siehe auch Lederer 1939, S. 154) als Wirt genannt, zum mindesten in bezug auf die mir begegnete Art keine Ausnahme macht, wird unten noch belegt werden. *M. pallidus* Brischke parasitiert bei *P. brassicae* L. nachweislich (Gatenby 1919, S. 387—416) nur indirekt, nämlich zu Lasten von *Microgaster connexus* Nees. Nach Seurat (1899, S. 88—95), wäre *M. vittator* Zett. bei *Simaethis oxyacanthella* L. allerdings als primärer Parasit anzusprechen.

Hyperparasitismus ist bei den Mesochorinen also zweifellos sehr weit verbreitet. Wenn Schmiedeknecht (1908—1911, S. 1937) aber mit der Angabe, daß sie alle „besonders“ leben, sagen will, sie seien sämtlich Parasiten 2. Grades, und wenn auch Ferrière sich in einem an mich gerichteten Brief vom 25. Mai 1932 äußert: „Die Mesochorinen sind wahrscheinlich alle Hyperparasiten .....“, so bedarf das mindestens für ihr Verhalten zu den Tenthrediniden noch der Bestätigung. Es wäre denkbar, daß zwar fast alle *Mesochorus*-Arten bei Hymenopteren schmarotzen, dabei aber keinen Unterschied machen, ob ihre Wirte freilebend oder selber Parasiten sind.

C. Mesochorus pectoralis Ratz.

1. Morphologische Merkmale

Bei dem von mir aufgezogenen Material bereitete die Beziehung auf bekannte Arten außerordentliche Schwierigkeiten. Sie kamen nicht überraschend. Die einwandfreie Determinierung der Vertreter dieser Gattung gehört ja zu den diffizilsten Aufgaben der Ichneumonidenkunde. Die von Schmiedeknecht (1908—1911, S. 1957 ff.) gegebenen Bestimmungstabellen führten meist zu *M. stigmaticus* Brischke. Sofern nur Weibchen untersucht wurden, kam ich aber oft in Zweifel, ob nicht auch *pectoralis* Ratz. und *brevipetiolatus* Ratz. in Frage kämen. Die Beschreibungen, welche für beide Arten gegeben sind, trafen auf die meisten Stücke zu, und in der Körpergröße stimmten die meinigen mit 4—5 mm sogar besser hierher als zu *stigmaticus* Brischke, für den als Körperlänge 7 mm angegeben wird. Manche Exemplare hätten nach Schmiedeknechts Tabelle auch auf *anomalus* Holmgr., *acuminatus* Thoms., *curvulus* Thoms. und *angustatus* Thoms. bezogen werden können. Da sich andererseits zu allen extremen Typen Zwischenformen fanden, dürfte mein ganzes Material auf eine einzige Art zu beziehen sein. Wenn das richtig ist, wird man wohl auch annehmen müssen, daß wenigstens ein Teil der vorgenannten Spezies artgleich ist. Da mir aber einwandfrei bestimmte Typen nicht zugänglich

Tabelle 1a. Braconiden als Wirte von Mesochorinen

Lfde. Nr.	Wirt	*Mesochorus*	Quelle
	Rhogadinae		
1	*Rhogas circumscriptus* Nees	*sp.*	JACKSON 1935, S. 89—98 (n. R. a. E. 1935, S. 561—562)
1a	*Rhogas bicolor*	*pectoralis* Ratz.	FULMEK (n. HEDWIG, schriftl. Mttlg. v. 11. 3. 1944)
2	*Rhogas sp.* aus *Dasychira selenitica* u. *Hypon. evonymella*	*brevipetiolatus* Rtz.	BRISCHKE 1880, S. 181
3	*Rhogas sp.* aus *Dasychira selenitica*	*semirufus* Holmgr.	BRISCHKE 1880, S. 180—181
	Microgasterinae		
4	*Apanteles albipennis* Nees aus *Hemerophila (= Simaethis) pariana Clerck*¹)	*testaceus* Grav.	MINCIEWICZ 1925, S. 330—365 (n. R. a. E. 1926, S. 196—197)
5	*Apanteles aristoteliae* Vier. aus *Tortrix citrana* Fernald	*sp.*	BASINGER 1935, S. 233—234 (n. R. a. E. 1935, S. 555—556)
5a	„ *congestus* Nees	*pectoralis* Ratz.	FULMEK (n. HEDWIG, schriftl. Mttlg. v. 11. 3. 1944)
6	„ *congregatus* Say. aus *Protoparce (Phlegethontius) sexta* Joh.	*aprilinus*	WEBSTER 1915, S. 359—420 (n. R. a. E. 1917, S. 141)
7	*Apanteles congregatus* Say. aus *Cetatomia catalpae* Boisd.	„ Ashm.	HOWARD n. CHITTENDEN 1916, 9 S. (n. R. a. E. 1916, S. 280—281)
8	„ *dendrolimi* aus *Dendrolimus sibiricus* Tshtvr.	*kuwayamae*	MATSUMURA 1926, S. 27—50 (n. R. a. E. 1926, S. 385)
9	„ *difficilis* aus *Diloba coeruleocephala*	*formosus* Bridgm.	BIGNELL (n. DALLA TORRE 1901—1902, S. 54)
10	„ *fulvipes* aus *Petasia cassinea*	„ „	BIGNELL (n. DALLA TORRE 1901—1902, S. 54)
11	„ „ „ *Lymantria dispar*	*pallipes* Brischke	SMITH 1916, S. 477—486
12	„ *fumiferanae* aus *Tortrix fumiferana* Clemens	*diversicolor*	JOHANNSEN 1913, S. 1—31 (n. R. a. E. 1913, S. 201—202)
13	„ *glomeratus* aus *Pieris brassicae*	*angustatus* Thoms.	SCHMIEDEKNECHT 1908—1911, S. 2003—2004; FULMEK 1937, S. 153; MÖLLER 1886, S. 83
14	„ „ „ *Aporia crataegi*	*curvulus* Thoms.	MARTELLI 1931, S. 233
15	„ „ „ „ „	*velox* Holmgr.	MARTELLI 1931, S. 233
16	„ „	*angustatus* Thoms.	THOMSEN 1885, S. 343; MARTELLI 1907, S. 186
17	„ „	„ „	FERRIÈRE, Brief vom 25. Mai 1932
18	„ „	*gracilis* Brischke	GYÖRFI 1941, S. 140
19	„ „	*pectoralis* Ratz.	MOSS 1933, S. 210—231 (n. R. a. E. 1934, S. 39)
20	„ „	„ „	MUGGERIDGE 1933, S. 135—142 (n. R. a. E. 1934, S. 40)
21	„ „	*tachypus* Holmgr.	CHEVALIER 1926, S. 70
22	„ „ aus *Pieris rapae*	*pectoralis* Ratz.	MUGGERIDGE 1933, S. 135—142; RICHARDS 1940, S. 243 bis 288 (n. R. a. E. 1941, S. 313—314)

Noch *Tabelle 1a*

Nr.	Wirt	Hyperparasit	Quelle
23	*Apanteles longicauda* Wesm. aus *Hemerophila pariana* Cl.[1])	*tachypus* Holmgr.	Wilson 1928, S. 416—418 (n. R. a. E. 1928, S. 376)
24	„ *machaeralis* Wlkn. aus *Hapalia machaeralis* Wlk.	*indica* Cushman	Cushman 1934, 8 pp. (n. R. a. E. 1935, S. 207); Chatterjee 1939, S. 381—395 (n. R. a. E. 1940, S. 538—539)
25	„ *marginiventris* Cress. aus *Laphigma exieua* Huebner	*sp.*	Wilson 1932, S 33—39 (n. R. a E. 1933, S. 80)
26	*Apanteles nothus* aus *Abraxas grossulariata* u. *Melanippe galiata*	*fuscicornis* Brischke	Bignell (n. Dalla Torre 1901—1902, S. 54)
27	*Apanteles octonarius* aus *Notodonta dromedarius*	*tetricus* Holmgr.	Bignell (n. Dalla Torre 1901—1902, S. 59)
28	„ *popularis* aus *Euchelia jacobaeae*	*anomalus* Holmgr.	Bignell (n. Dalla Torre 1901 - 1902, S. 51)
29	„ „ Hal. aus *Senecio jacobaeae* L.	*facialis* Bridgm.	Cameron 1935, S. 265—322 (n. R. a. E. 1935, S. 736—738)
30	„ „	„ „	Bignell (n. Dalla Torre 1901—1902, S. 54)
31	„ *rubeculus* Marsh.	*tachypus* Holmgr.	Richards 1940, S 243—288 (n. R. a. E. 1941, S. 313—314)
32	„ *solitarius* Ratz.[1])	*marginatus* Thoms.	de Fluiter 1933, pp. viixi (n. R. a. E. 1933, S. 381)
33	„ *sugae* Watt.	*facialis* Bridgm.	Uchida 1934, S. 1—5 (n. R. a. E. 1935, S. 207)
34	„ *sp.* aus *Zelleria ribesiella* de Joann	*sp.*	Nordman 1926, S. 51—55 (n. R. a. E. 1926, S. 384)
35	„ „ „ *Loxostege sticticalis* L.[1])	*pallidus* Brischke	Meier 1930, S 499—501 (n. R. a. E. 1931, S. 284)
36	„ „ „ „ „ L.[1])	*tuberculiger* Thoms.	Meier 1930, S. 499—501 (n. R. a. E. 1931, S. 284)
37	„ „ „ *Pieris rapae* oder *P. brassicae.*	*pactoralis* Ratz.	Moss 1933, S. 39
38	„ „ „ *Abraxas grossulariata* L.	„ „	Plaas 1932, S. 183—191
39	„ „ „ *Jodis lactearia*	*pictilis* Holmgr.	Bignell (n. Dalla Torre 1901—1902, S. 56)
40	„ „ „ *Cirphis unipuncta*[1])	*vitreus*	Baker 1915, S. 75—95 (n. R. a. E. 1915, S. 552—553)
41	*Diolcogaster circumvectus* Lyle aus *Lobophora carpinata*	*confusus* Holmgr.	Lyle 1918, S. 104—111 (n. R. a. E. 1918, S. 381)
42	*Microgaster connexus*	*pallidus* Brischke	Gatenby 1919, S. 401—403
43	„ „ Nees aus *Porthesia similis*	*pallipes* Brischke	Gatenby (n. Faure 1926, S. 178)
44	„ *glomeratus*	*angustatus* Thoms.	Thomson 1885, S. 343
45	„ *laeviscuta* Thoms. aus *Oxygrapha (Acalla) comariana* Zell.[1])	*brevicollis* Thoms.	Kemner 1927, 37 S. (n. R. a. E. 1927, S. 415—416)
46	*Microgaster subcompleta* Nees	*silvarum* Curt.	Martelli 1907, S. 186
47	„ „ aus *Vanessa atalanta*	„ „	Bignell (n. Dalla Torre 1901—1902, S. 57—58)
48	„ *tibialis* Nees aus *Pyrausta nubilalis* Hbn.	*tuberculiger* Thoms.	Vance 1932, S. 121—135 (n. R. a. E. 1932, S. 364—365)
49	„ *sp.* aus *Plusia gamma*	*anomalus* Holmgr.	Brischke 1880, S. 182

[1]) In dem angezogenen Referat wird nur das Lepidopter als Wirt angegeben. Da aber auch die Braconide schlüpfte, ist diese vermutlich der primäre Wirt.

Noch *Tabelle 1a*

Lfde. Nr.	Wirt	*Mesochorus*	Quelle
50	*Microgaster sp.* aus *Cucullia Verbasci*, *Eupithecia succenturiaria*, *E. digitaliaria*, *Pseudoterpna cythisaria*, *Chesias spartiaria*, *Argynnis Latonia*, *Diloba coeruleocephala*, *Zygaena sp.*	*brevipetiolatus* Rtzbg.	BRISCHKE 1880, S. 181
51	*Microgaster sp.* aus *Cidaria galiaria*, *Eupithecia centaurearia*, *Fidonia cebraria*, *Cucullia argentea*, *Yponomeuta sp.*	*pectoralis* Ratz.	JÄNNER 1937, S. 78; BRISCHKE 1880, S. 181; SCHMIEDEKNECHT 1908—1911, S. 1999—2000
52	*Microgaster sp.*	*tipularius* Brischke (? *pictilis* Holmgr.)	BRISCHKE 1880, S. 182
53	" aus *Cucullia argentea*, *Acronycta rumicis*, *Yponomeuta malinella*	*semirufus* Holmgr.	BRISCHKE 1880, S. 180—181
54	*Microgaster sp.* aus *Geometra papilionaria*[1])	*splendidulus* Grav.	RATZEBURG 1855, S. 117—118
55	" " " *Cucullia argentea*	*pallidus* Brischke.	BRISCHKE 1880, S. 134
56	*Microplitis fumipennis* aus *Xylopoda Fabriciana*	*confusus* Holmgr.	BIGNELL (n. DALLA TORRE 1901—1902, S. 53)
57	" *vidua* Ruthe aus *Euclidia mi*	*pectoralis* Ratz.	LYLE 1918, S. 104—111, 129—137 (n. R. a. E. 1918, S. 381)
57a	" *avidus* Ruthe	" "	Allg. Ent. (n. HEDWIG, schriftl. Mttlg. v. 11. 3. 1944)
b	" *sp.*	" "	FULMEK (n. HEDWIG, schriftl Mttlg. v. 11. 3. 1944)
	Agathidinae		
58	*Agathis vulgaris* Cress aus *Loxostege sticticalis* Linn.[1])	*agilis* Cress.	PADDOCK 1912, S. 436—443 (n. R. a. E. 1913, S. 40—42)
59	*Cremnops (Disophrys) vulgaris* Cress. aus *Loxostege sticticalis*	" "	SWENK 1918, 16 S. (n. R. a. E. 1919, S. 9—10)
	Euphorinae		
60	*Euphorus sahlbergellae* aus *Sahlbergella singularis*	*melanothorax*	COTTERELL 1927, S. 98—112 (n. R. a. E. 1928, S. 242—244)
61	" " aus *Sahlbergella* sp.	" Wilkinson	WILKINSON 1927, S. 309—311 (n. R. a. E. 1927, S. 241)
62	*Perilitus areolatus* Thoms. aus *Phyllotreta*-Arten[1])	*sp.*	NEWTON 1931, S. 82—84 (n. R. a. E. 1931, S. 421)
	Meteorinae		
63	*Meteorus datanae* Mues aus *Cingilia catenaria Drury*	*luteipes* Cress.	PHIPPS 1928, S. 34—48 (n. R. a. E. 1929, S. 82—83)
	Ungenannte Gruppen		
64	Braconide aus *Abraxas grossulariata* L.	*angustatus* Thoms.	JACKSON 1935, S. 89—98
65	" " " " L.[1])	*litticollis* Holmgr.	PLAAS 1932, S. 12—17 (n. R. a. E. 1932, S. 507)

[1]) In der angezogenen Arbeit bzw. im Referat wird nur das Lepidopter als Wirt angegeben. Da aber auch die Braconide schlüpfte, ist diese vermutlich der primäre Wirt.

Tabelle 1b

Ichneumoniden und Chalcididen als Wirte von Mesochorinen

Lfde. Nr.	Wirt	*Mesochorus*	Quelle
	Ichneumonidae		
	Ophioninae		
1	***Agrypon clandestinum*** aus ***Eupithecia castigata***	*semirufus* Holmgr.	Bignell (n. Dalla Torre 1901—1902, S. 57)
2	***Angitia armillata*** Grav. aus *Hyponomeuta malinellus* Zell.	*confusus* Holmgr.	Voukassovitch 1927, S. 170—172 (n. R. a. E. 1927, S. 124) und 1931, S. 35—91 (n. R. a. E. 1932, S. 259—260)
3	„ „ „ „ *Simaethis pariana* Clerk.	*vittator* Zett.	Kéler 1935, S. 95—97 (n. R. a. E. 1935, S. 351—352)
4	„ ***fenestralis*** Holmgr. aus *Plutella maculipennis* Curt.	*sp.*	Miles 1924, S. 45—48 (n. R. a. E. 1924, S. 283)
5	***Angitia fenestralis*** Holmgr. aus *Plutella maculipennis* Curt.[1]	*sp.*	Tzedeler 1931, S. 165—195 (n. R. a. E. 1931, S. 443—444)
6	***Anilastus ebeninus***	*semirufus* Holmgr.	Faure 1926, S. 171; Martelli 1907, S. 186
6a	„ „	*pectoralis* Ratz.	Hedwig, schriftl. Mittlg. v. 11. 3. 44
6b	***Campoplex sp.***	„ „	(Brischke 1880, S. 181)
7	„ „ aus ***Eupithecia pimpinellaria***	*brevipetiolatus* Rtz.	Brischke 1880, S. 181
8	***Casinaria vidua*** aus ***Abraxas grossulariata***	*olerum* Hal.	Bignell (n. Dalla Torre 1901—1902, S. 55)
9	***Charops sp.*** aus ***Acraea acerata*** Hew.	*sp.*	Hargreaves 1929, S. 44—45 (n. R. a. E. 1929, S. 694—695)
10	„ „ „ „ „	*expolitus*	Wilkinson 1929, S. 103—114 (n. R. a. E. 1929, S. 506—507)
11	***Eulimneria (Limnerium) alcae*** Ell. u. Sacht. aus *Pyrausta* ***nubilalis*** Hübn.	*confusus* Holmgr.	Goidanich 1931, S. 77—218 (n. R. a. E. 1932, S. 445—446); Ellinger 1930, S. 39—41 (n. R. a E. 1931, S. 146)
12	***Limneria albida*** aus ***Gonopteryx rhamni***	*gracilentus* Brischke	Bignell (n. Dalla Torre 1901—1902, S. 54)
13	„ ***erucator*** aus *Hybernia progemmaria*	*semirufus* Holmgr.	„ („ „ „ „ S. 57)
	Chalcididae		
14	***Eurytoma amygdali*** End.	?*nigripes* Ratz.	Puzanova-Maluisheva 1930, S. 166—178 (n. R. a. E. 1931, S. 595)

[1]) Im angezogenen Referat wird nur das Lepidopter als Wirt angegeben. Da aber auch die Ichneumonide schlüpfte, ist diese vermutlich der primäre Wirt.

Tabelle 1c

Tenthrediniden als Wirte von Mesochorinen

Lfd. Nr.	Wirt	*Mesochorus*	Quelle
	Tenthredinini		
1	***Tenthredo repanda***	*testaceus* Grav.	DALLA TORRE 1901—1902, S. 58
	Selandriini		
2	***Athalia spinarum*** F.	*areolaris* Ratzbg.	„ „ 1901—1902, S. 52
	Blennocampini		
3	***Blennocampa melanocephala*** Klug.	*politus* Grav.	„ „ 1901—1902, S. 56
	Nematini		
4	***Cladius difformis***	*confusus* Holmgr.	BRISCHKE (n. DALLA TORRE 1901—1902, S. 53)
5	„ ***pectinicordis*** Geoffr.	„ „	OBARSKI 1931, 10 pp. (n. R. a. E. 1932, S. 344)
6	„ „ Frc.	*cimbicis* Ratzbg.	DALLA TORRE 1901—1902, S. 53
7	***Lygaeonematus pini*** Ratz.	*sp.*	NÄGELI 1936, S. 213—381 (n. R. a. E. 1937, S. 212—213)
8	***Nematus cirrhopus***	*testaceus* Grav.	DALLA TORRE 1901—1902, S. 58
9	***Pteronus ribesii*** Scop.	*confusus* Holmgr.	PFANKUCH 1923, S. 130—137 (n. R. a. E. 1925, S. 101)
10	„ ***salicis*** L.	*dimidiatus* Holmgr.	SALT 1936, S. 125—127 (n. R. a. E. 1936, S. 362)
	Lophyrinae		
11	***Lophyrus laricis, variegatus pini***	*fulgurans* Hal.	HARTIG, BRISCHKE (n. DALLA TORRE 1901—1902, S. 54)
12	„ ***pini*** L.	*areolaris* Ratzbg.	RATZEBURG (n. DALLA TORRE 1901—1902, S. 52)
13	„ ***pini*** L.	*fulgurans* Hal.	SCHEIDTER 1934, S. 369
14	„ ***pallidus***	*rubeculus* Htg.	HARTIG (n. DALLA TORRE 1901—1902, S. 57)
15	***Diprion sp.***	*fulgurans* Hal.	HSIN, 1935, S. 270
16	„ ***frutetorum*** F. aus *Ceromasia inclusa* Htg.	„ „	KUNTZE 1935, S. 1—12 (n. R. a. E. 1937, S. 57)
17	***Cimbex axillaris*** Jr. (= ***humeralis*** Ol.)	*splendidulus* Grav.	RATZEBURG (n. DALLA TORRE 1901—1902, S. 58)
18	„ ***femorata*** L.	*cimbicis* Ratzbg.	DALLA TORRE 1901—1902, S. 53
19	„ spec.	*confusus* Holmgr.	BRISCHKE (n. DALLA TORRE 1901—1902, S. 53)
	Arginae		
20	***Arge pagana*** Panz.	*semirufus* Holmgr.	SERVADEI 1934, S. 179—208 (n. R. a. E. 1934, S. 364)
	Pamphilinae		
21	***Lyda signata*** F.	*sylvarum* Curtis	TRÄGÅRDH 1923, S. 401—424 (n. R. a. E. 1924, S. 98—99)

Tabelle 1d

Dipteren als Wirte von Mesochorinen

Lfd. Nr.	Wirt	*Mesochorus*	Quelle
	Tachinidae		
1	***Exorista vulgaris*** Mgn.	*sericans* Curt.	MARTELLI 1907, S. 186
2	„ „ in *Abraxas grossulariata*	„ „	BIGNELL (n. DALLA TORRE 1901—1902, S. 57)
3	***Ceromasia inclusa*** Htg.	*fulgurans* Curt.	SITOWSKI 1925, 25 pp. (n. R. a. E. 1925, S. 445)
4	***Lydella piniariae*** Htg.	*politus* Grav.	DOWDEN 1933, S. 963—995 (n. R. a. E. 1933, S. 563—564)
5	***Meigenia bisignata*** Mg. aus *Agelastica alni* L.	*thoracicus* Grav.	SCHMIDT 1935, S. 7—10 (n. R. a. E 1935, S. 394)
6	***Parasetigena sylvestris*** R. D. (*segregata* Rond.)	*silvarum* Curt.	KOMÁREK 1933, S. 94
7	***Winthemia amoena*** Mg. aus *Panolis flammea*	*petiolaris* Brischke	SITOWSKI 1932, 12 pp. (n. R. a. E. 1932, S. 387—388)

Tabelle 1e

Coleopteren als Wirte von Mesochorinen

Lfd. Nr.	Wirt	*Mesochorus*	Quelle
	Chrysomelidae		
1	***Agelastica alni*** L.	*thoracicus* Grav.	RATZEBURG (n. DALLA TORRE 1901—1902, S. 59)
2	***Chrysomela varians***	„ „	KAWALL (n. DALLA TORRE 1901—1902, S. 59)
3	***Galeruca lineola*** Fabr.	„ „	„ (n. „ „ 1901—1902, S. 59)
	Curculionidae		
4	***Phytonomus murina*** F.	*nigripes* Ratz.	KRASUCKI 1925, S. 62—67 (n. R. a. E. 1925, S. 214)
5	„ ***variabilis*** Hbst.	„ „	„ 1925, S. 62—67 (n. R. a. E. 1925, S. 214)
6	„ ***polygoni*** L.	„ „	RATZEBURG (n. DALLA TORRE 1901—1902, S. 55)

Tabelle 1f. Lepidopteren als Wirte von Mesochorinen

Lfde. Nr.	Wirt	*Mesochorus* (betr. *pectoralis* Ratz., s. a S. 436)	Quelle
	Tineidae		
1	*Tinea auriflua*	*splendidulus* Grav.	RATZEBURG 1844, S. 28
2	„ *evonymella*	„ „	„ 1844, S. 28
3	„ *padella*	„ „	„ 1844, S. 28
	Hyponomeutidae		
4	*Hyponomeuta cognatellus* Hbn.	*semirufus* Holmgr.	SERVADEI 1930, S. 254–301 (n. R. a. E. 1931, S. 441)
4a	„ *evonymella* L.	*pectoralis Ratz.*	BRISCHKE (n. HEDWIG, schriftl. Mttlg. v. 11. 3. 1944)
5	„ *malinella*	*semirufus* Holmgr., *brevipetiolatus* Ratz.	BRISCHKE 1880, S. 180—181; RATZEBURG (n. DALLA TORRE 1901 bis 1902, S. 52)
6	„ *padi* Z.	*brevipetiolatus* Ratz.	BRISCHKE (n. DALLA TORRE 1901—1902, S. 52); BRISCHKE 1880, S. 181
7	„ *variabilis*	*pallidus* Brischke, *pallipes* Brischke	„ (n. „ „ 1901—1902, S. 56); „ 1880, S. 190 bis 191
8	„ *sp.*	*areolaris* Ratz., *cimbicis* Ratz., *confusus* Holmgr., *pectoralis* Ratz., *sp.*	RONDANI (n. DALLA TORRE 1901—1902, S. 52); RATZEBURG (n. DALLA TORRE 1901—1902, S. 53); BRISCHKE (n. DALLA TORRE 1901—1902), S. 53 u. 56); JÄNNER 1937, S. 78, RUSCHKA u. FULMEK 1915, S. 391
9	*Plutella maculipennis* Curtis	*sp.*	MARSH 1917, S. 1—10 (n. R. a. E. 1917, S. 449)
	Gelechiidae		
10	*Gelechia leucatella*	*dilutus* Ratz.	RATZEBURG (n. DALLA TORRE 1901—1902, S. 53)
11	„ *notatella*	*crassicrus* Thoms.	FLETSCHER (n. „ „ 1901—1902, S. 53)
11a	*Teleia proximella* Hb.	*pectoralis Ratz.*	FULMEK (n. HEDWIG, schriftl. Mttlg. v. 11. 3. 1944)
	Pterophoridae		
12	*Leioptilus tephradactylus*	*pectoralis* Ratz.	JORDAN 1869/70, S. 138
	Glyphipterygidae		
13	*Simaethis (Xylopoda) fabriciana*	*confusus* Holmgr.	BIGNELL (n. DALLA TORRE 1901—1902, S. 53)
14	„ *oxyacanthella* L.	*vittator* Zett.	SEURAT 1899, S. 88—95

Noch Tabelle 1f

15	*Simaethis (Hemerophila) pariana* Clerck	*tachypus* Holmgr., *pectoralis* Ratz.	THEOBALD 1928, 10 pp. (n. R. a. E. 1929, S. 15—16); PORTER n. GARMAN 1923, S. 247—264
	Tortricidae		
16	*Argyroploce (Eucosma, Penthina) ocellana*	*dilutus* Ratz.	DU PORTE 1915, S. 76—77 (n. R. a. E. 1915, S. 583—584); RATZEBURG (n. DALLA TORRE 1901—1902, S. 53)
17	*Polychrosis botrana* Schiff.	*semirufus* Holmgr.	SCHWANGART 1918, S. 543—558 (n. R. a. E. 1920, S. 353)
18	*Grapholitha inopinata* Heinr.	*sp.*	TAKIZAWA 1936, S. 77—113 (n. R. a E 1936, S. 632—633)
19	„ *molesta* Busck.	*iwatensis* Uch.	UCHIDA 1933, S. 153—164 (n. R. a. E. 1933, S. 548)
20	*Tortrix viridana* L	*thoracicus* Grav.	HANCOCK 1925, S. 26—28 (n. R. a E. 1925, S. 162)
	Pyralididae		
21	*Phlyctaenodes (Loxostege) sticticalis*	*agilis* Cres., *pallidus* Brischke, *pectoralis* Ratz., *tuberculiger* Thoms., *sp.*	JONES, HOERNER a. CORKINS 1921, 28 pp. (n. R. a E. 1922, S. 428—429); MAMONOW 1930, 66 pp. (n. R. a. E. 1931, S 109); ESTERBERG 1931, S. 275—292 (n. R. a. E. 1932, S. 262—263); SACHAROV 1913, 25 pp. (n. R. a E. 1913, S. 534—536); FULMEK (n. HEDWIG, schriftl. Mttlg. v. 11. 3. 44)
22	*Desmia funeralis*	*scitulus* Cress.	STRAUSS 1916, 16 S. (n. R. a. E. 1917, S 66—67)
	Anthroceridae		
23	*Zygaena filipendulae*	*temporalis* Thoms.	BIGNELL (n. DALLA TORRE 1901—1902, S. 58)
24	„ *onobrychis*	*thoracicus* Grav.	GIRAUD (n. „ „ 1901—1902, S. 59)
25	„ *peucedani*	*splendidulus* Grav.	BRISCHKE (n. „ „ 1901—1902, S. 58)
	Arctiidae		
26	*Hypocrita (Euchelia) jacobaea*	*anomalus* Holmgr., *facialis* Bridgm.	BIGNELL (n. „ „ 1901—1902, S. 51 u. 54)
	Geometridae		
27	*Pseudoterpna cythisaria*	*brevipetiolatus* Ratz.	BRISCHKE (n. „ „ 1901—1902, S. 52)
28	*Geometra grossulariata*	*suecicus* D. T.	THOMSON (n. „ „ 1901—1902, S. 58)
29	„ *piniaria*	*erratundus* Htg.	HARTIG (n. „ „ 1901—1902, S. 54)
30	*Chesias spartiaria*	*brevipetiolatus* Ratz.	BRISCHKE (n. „ „ 1901—1902, S. 52)
31	*Larentia (Cidaria) galiata* Hb.	*pectoralis* Ratz.	JÄNNER 1937, S. 78; BRISCHKE (n. DALLA TORRE 1901—1902, S. 56)
32	*Tephroclystia (Eupithecia) centaureata*	„ „	BRISCHKE (n. DALLA TORRE 1901—1902, S. 56)

Noch *Tabelle 1f*

Lfde. Nr.	Wirt	*Mesochorus*	Quelle
33	*Tephroclystia (Eupithecia) digitaliaria*	*brevipetiolatus* Ratz.	BRISCHKE (n. DALLA TORRE 1901—1902, S. 52)
34	„ „ *innotata*	„ „	„ (n. „ „ 1901—1902, S. 52)
35	„ „ *Knautiana*	*tachypus* Holmgr.	CROSS (n. „ „ 1901—1902, S. 58)
36	„ „ *pimpinellaria*	*brevipetiolatus* Ratz., *fulgurans* Hal., *testaceus* Grav., *confusus* Holmgr.	BRISCHKE (n. „ „ 1901—1902, S. 52, 53 u. 58; RATZEBURG (n. DALLA TORRE 1901—1902, S. 54)
37	„ „ *succenturiaria*	*brevipetiolatus* Ratz., *pectoralis* Ratz.	BRISCHKE (n. DALLA TORRE 1901—1902, S. 52), n. HEDWIG, schriftl. Mittlg. v. 11. 3. 44)
37a	„ „ *oblongata* Thunbg.	*pectoralis* Ratz.	BRISCHKE (n. HEDWIG, schriftl. Mttlg. v. 11. 3. 44)
37b	„ „ *denotata* Hb.	„ „	LOFFNER (n. HEDWIG, schriftl. Mttlg. v. 11. 3. 44)
37c	„ „ *helveticaria* B.	„ „	FULMEK (n. HEDWIG, schriftl. Mittlg. v. 11. 3. 44)
38	*Abraxas grossulariata*	*dilutus* Ratz.	BRISCHKE (n. „ „ 1901—1902, S. 53)
39	*Ellopia fiscellaria* Gn.	*basalis* Cress.	SCHEDL 1932, p. 1—2 (n. R. a. E. 1932, S. 249—250)
40	*Amphidasis betularia*	*pallidus* Brischke	BRISCHKE (n. DALLA TORRE 1901—1902, S. 56)
41	*Synopsia (Hemerophila) atrilineata* Butl.	*facialis f. nigristemmaticus* Uchida	UCHIDA 1931, S. 157—158 (n. R. a. E. 1931, S. 576)
42	*Fidonia cebraria*	*vitticollis* Holmgr., *pectoralis* Ratz.	BRISCHKE (n. DALLA TORRE 1901—1902, S. 56 u. 59)
43	*Fidonia fasciolaria* Rott.	*pectoralis* Ratz.	JÄNNER 1937, S. 78; BRISCHKE (n. HEDWIG, schriftl. Mttlg. v. 11. 3. 1944).
44	„ *piniaria* L.	*politus* Grav.	RATZEBURG (n. DALLA TORRE 1901—1902, S. 56)
	Noctuidae		
45	*Diloba coeruleocephala*	*splendidulus* Grav.	BRISCHKE 1880, S. 182—183
46	*Trachea piniperda* L.	*brevipetiolatus* Ratz.	RATZEBURG (n. DALLA TORRE 1901—1902, S. 52)
47	*Leucania unipuncta*	*scitulus* Cress., *vitreus* Walsh.	HOWARD (n. „ „ 1901—1902, S. 57); RILEY (n. DALLA TORRE 1901—1902, S. 59)

Noch *Tabelle 1f*

Nr.	Wirt	Parasit	Quelle
48	*Panolis piniperda*	*brevipetiolatsu* Ratz.	Ratzeburg 1852, S. 117; Ritzema Bos 1920, S. 28—60, 71—104 u. 113—115 (n. R. a. E. 1920, S. 225)
49	*Cucullia argentea*	*pectoralis* Ratz., *pallidus* Brischke, *anomalus* Holmgr., *vitticollis*	Brischke (n. Dalla Torre 1901—1902, S. 56, 51 u. 59); Jänner 1937, S. 78; Brischke 1880, S. 182
		anomalus Holmgr.	Brischke (n. Dalla Torre 1901—1902, S. 51)
50	„ *asteris*	*brevipetiolatus* Ratz.	„ (n. „ „ 1901—1902, S. 52)
51	„ *verbasci*	*splendidulus* Grav.	„ 1880, S. 182—183
52	„ *sp.*	*anomalus* Holmgr.	„ (n. Dalla Torre 1901—1902, S. 51)
53	*Plusia gamma*	*pectoralis* Ratz.	Fulmek (n. Hedwig (schriftl. Mittlg. v. 11. 3. 44)
53a	*Euclidia mi* Cl.	*crassimanus* Holmgr.	Brischke (n. Dalla Torre 1901—1902, S. 53)
54	*Hypena rostralis*	*sp.*	Hill 1925, 19 S. (n. R. a. E. 1925, S. 634)
55	*Plathypena scabra* F.	*semirufus* Holmgr.	Brischke 1880, S. 180—181
56	*Noctua sp.*		
	Lymantriidae		
57	*Dasychira selenitica*	*brevipetiolatus* Ratz.	„ (n. Dalla Torre 1901—1902, S. 52)
58	*Lyparis chrysorrhoea*	*dilutus* Ratz.	Ratzeburg (n. „ „ 1901—1902, S 53)
59	*Lymantria (Oeneria, Bombyx) dispar*	*pectoralis* Ratz., *gracilis* Brischke, *splendidulus* Grav.	Schmiedeknecht 1908—1911, S. 1999—2000; Jänner 1937, S. 78; Brischke (n. Dalla Torre 1901—1902, S. 56); Ratzeburg (n. Dalla Torre 1901—1902, S. 55 u. 58); Ratzeburg 1844, S. 149; Norgate (n. Dalla Torre 1901—1902, S. 56); Bridgman (n. Schmiedeknecht 1908—1911, S. 1994); Jänner 1937, S. 78
60	*Orgyia antiqua*	*orgyiae, stigmaticus* Brischk.	Ritchie 1935, S. 73—83 (n. R. a. E. 1935, S. 664—666)
61	„ *vetusta* Hmpsn.	*nigellus* Wlkn.	Brischke (n. Dalla Torre 1901—1902, S. 56)
62	*Porthesia auriflua*	*pallidus* Brischke	
	Lasiocampidae		
63	*Lasiocampa pini* L.	*ater* Ratz.	Ratzeburg (n. Dalla Torre 1901—1902, S. 52)
64	*Malacosoma neustria* L.	„ „	„ (n. „ „ 1901—1902, S. 52)
	Bombycidae		
65	*Bombyx salicis*	*splendidulus* Grav.	Brischke (n. Ratzeburg 1855, S. 117—118)

Noch *Tabelle 1 f*

Lfde. Nr.	Wirt	*Mesochorus*	Quelle
	Notodontidae		
66	*Harpyia bifida*	*dispar* Brischke	BRISCHKE (n. RATZEBURG 1855, S. 53)
67	*Dicranura vinula* L.	*contractus* Ratz.	RATZEBURG 1855, S. 53
68	*Lophopteryx camelina*	*dispar* Brischke	BRISCHKE (n. RATZEBURG 1855, S. 53)
	Sphingidae		
69	*Smerinthus populi*	*pallipes* Brischke, *pallidus* Brischke, *dispar* Brischke	BRISCHKE 1880, S. 190—191; BRISCHKE (n. DALLA TORRE 1901—1902, S 53 u. 56)
	Lycaenidae		
69 a	*Lycaena orbitulus* Prun.	*petoralis* Ratz.	FULMEK (n. HEDWIG, schriftl. Mittl. v. 11. 3. 44)
	Nymphalidae		
70	*Argynnis Latonia*	*anomalus* Holmgr., *brevipetiolatus* Ratz.	BRISCHKE (n. DALLA TORRE 1901—1902, S. 51 u. 52)
71	*Danais chrysippus* L.	*concinnatus*	WILKINSON 1929, S. 103—114 (n. R. a. E. 1929, S. 506)
	Pieridae		
72	*Pieris brassicae*	*pictilis* (Aut.?) (Rühl)	LEDERER 1939, S. 154
73	" "	*vittator* (Rühl)	" 1939, S. 154
74	" "	*pectoralis* Ratz.	FULMEK 1937, S. 153
75	" "	*pictilis* Holmgr.	" 1937, S. 153
76	" "	*semirufus* Holmgr.	" 1937, S. 153
77	" "	*anomalus* Holmgr.	" 1937, S. 153
78	" "	*brevipetiolatus* Ratz.	" 1937, S. 153
79	" "	*curvulus* Thoms.	" 1937, S. 153
80	" "	*tuberculiger* Thoms.	" 1937, S. 153
81	" "	*angustatus* Thoms.	" 1937, S. 153
82	" "	*vittator* Zett.	" 1937, S. 153
83	" *rapae*	*splendidulus* Grav.	SCUDDER, HOWARD (n. DALLA TORRE 1901—1902, S. 58)
84	" "	*vittator* (Rühl)	LEDERER 1939, S. 154
85	" "	*pictilis* (Aut.?) (Rühl)	" 1939, S. 154
86	" "	*pieridicola* (Pack.) How.	PACKARD (n. DALLA TORRE 1901—1902, S. 56)
87	" *napi*	*pictilis* (Aut.?) (Rühl)	LEDERER 1939, S. 154
88	" "	*vittator* (Rühl)	" 1939, S. 154

waren, wagte ich zunächst keine Entscheidung und suchte diese bei bekannten Spezialisten. Schon 1932 wandte ich mich an Ch. FERRIÈRE, damals London, jetzt Genf, der, wie in anderen schwierigen Fällen, dann und später wieder bereitwilligst half. Er bestimmte laut Brief vom 25. Mai 1932 ein am 14. Dezember 1931 (Kultur G 998) geschlüpftes Männchen aus *Apanteles*-Kokons, die von *Pieris brassicae* aus Einfeld in Holstein stammten, und ein Weibchen aus der gleichen Kultur vom 15. Dezember als *M. stigmaticus* Brischke. Zwei am 18. Mai 1932 erhaltene Männchen, die aus *Apanteles*-Kokons schlüpften, welche am 24. November 1931 neben stark von *Pieris brassicae* befressenem Kohl in Ohlsdorf bei Hamburg von einer Hauswand abgesammelt waren (G 997), wurden von ihm dagegen laut Brief vom 19. Dezember 1932 als *M. pectoralis* Ratz. angesprochen. Ein Vergleich von 19 Individuen beider Geschlechter, die ich im Juli 1942 aus einigen Raupen von *P. brassicae* erzogen hatte — sie stammten augenscheinlich alle von demselben Gelege, waren am 13. Juni in Pech bei Godesberg, im 4. Stadium stehend, an Winterraps eingesammelt und hatten Ende Juni die *Apanteles*-Brut entlassen — mit den von FERRIÈRE determinierten Stücken ergab einwandfrei, daß die Männchen mit den von diesem als *M. stigmaticus* Brischke, die Weibchen aber mit den als *M. pectoralis* Ratz. gedeuteten Exemplaren artgleich waren. Weitere Vergleiche mit allem später aus *A. glomeratus* gewonnenen Material verschiedenster geographischer Herkunft führten zu dem gleichen Ergebnis. Es kann nicht verwundern, daß ich dadurch in der Auffassung bestärkt werde, zum mindesten *M. pectoralis* Ratz. und *M. stigmaticus* Brischke seien synonym. Versuche, auch andere Hymenopterologen für das Material zu interessieren, mißlangen, oder die zugesagte Bearbeitung steht noch aus[1]. Ich halte mich trotzdem berechtigt, mein Material auf *M. stigmaticus* Brischke und *pectoralis* Ratz. zu beziehen und beide Namen für Synonyme zu halten. Alsdann ist *M. pectoralis* Ratz. (1844) vor *M. stigmaticus* Brischke (1880), den Nomenklaturregeln entsprechend, als der hinfort gültige Name zu erklären. Ich gebe nachstehend eine Beschreibung, bei der alle Stücke meiner Sammlung (115 ♂♂ und 41 ♀♀) berücksichtigt sind.

[1]) Nach Abschluß des Manuskripts erhalte ich von Herrn Rektor K. HEDWIG, Breslau, dem wir 37 Exemplare der von uns aufgezogenen *Mesochorus*-Wespen zur Verfügung gestellt hatten, ein Schreiben vom 14. Oktober 1943, in dem es heißt: „Ich habe das Material Stück für Stück nachgeprüft und komme zu denselben Resultaten wie FERRIÈRE: *pectoralis* Ratzbg. und *stigmaticus* Brischke. Von den übrigen im Schrifttum erwähnten Arten dürfte nichts dabei gewesen sein. Die beiden Arten sind sich recht ähnlich. Wenn man auch den Färbungsmerkmalen nicht allzuviel Gewicht beilegen darf, so haben doch beide zwei Eigentümlichkeiten gemeinsam, das verdunkelte Gesicht und das beiderseits aufgehellte ± dunkle Stigma. Vielleicht ist Ihre Ansicht die richtige, daß nur eine Art vorliegt, nämlich *pectoralis*, wenn man die andere als eine helle Form der ersten auffaßt, bei der auf Schultern und Rücken ± helle Zeichnungen auftreten, während die *pectoralis* bezeichnende (auch wechselnde) Verdunkelung der Hinterhüften verschwindet. In dem eingesandten Material stellte ich 5 Pärchen aus gleichen Zuchten fest. In 3 Fällen stimmten die Geschlechter überein, in den beiden andern nicht. Ich habe dieses in

Mesochorus pectoralis Ratz.

Kaum mittelgroß: 2,8—**3,5**—4,5 mm.

Kopf: Breiter als der Thorax, nach hinten etwas verschmälert. Auf glänzendem Grund stark behaart, auch Scheitel und Stirn, ohne Fühlergruben. Unterseite, Hinterhaupt und Scheitel schwarz. Fazettenaugen mehr oder minder breit hell gerandet, außen etwas dunkler als innen. Gesicht fast quadratisch. Clypeus wenigstens teilweise, der Mund ganz gelb bis gelbrot.

Ozellen sehr groß, dicht zusammenstehend; Grundlinie des Stemmaticum kürzer als der Abstand von den Fazettenaugen.

Fazettenaugen mittelgroß, innen nicht ausgerandet, Länge : Breite wie 2 : 1.

Antennen fadenförmig, reichlich körperlang, rotbraun, vielgliederig. 1. Glied (einschl. Annellus 6—7 : 1, 2. Glied 3½—4 : 1, 12. Glied 2½—3 : 1, 20. Glied 1½—2½ : 1, vorletztes Glied 1 : 1 bis 2 : 1, Endglied 1 : 1 bis 2 : 1.

Mandibeln mit Ausnahme der untereinander gleich langen, dunkelbraunen Zähne gelb.

Taster hellgelb.

Thorax: fast 1½mal so lang wie hoch. Grundfarbe schwarzbraun. Propleuren wenigstens teilweise braunrot. Mesonotum meist mit zwei braunroten Längsstriemen, die dann fast immer durch eine mehr oder minder breite Brücke in der Mitte verbunden sind. Zuweilen auch die Seiten des Mesonotum schmal rötlich aufgehellt, selten Mesonotum ganz schwarz; kurz, aber dicht behaart, glatt und glänzend. Mesopleuren meist schwarz, Vorderflügelwurzel aber rotbraun und Tegulae hell; schütterig behaart, glatt und glänzend. Scutellum hinten kaum zugespitzt; auf glattem, glänzendem Grund behaart. Area superomedia durch hohe Leisten begrenzt, 2½mal so lang wie in der Mitte breit. Glatt und glänzend, mit einer Borstenreihe ringsum. Costula vor der Mitte entspringend. Area petiolaris allseitig durch hohe Leisten begrenzt, doppelt so breit wie die A. superomedia; im Felde glatt und glänzend, spärlich behaart. Metapleuren schwarzbraun, lang behaart auf glattem, glänzendem Grund. Stigmen kreisrund. Sterna schwarzbraun.

Beine kräftig, vorherrschend bernsteinbraun. Coxen an Vorder- und Mittelbeinen bernsteinfarben, an den Hinterbeinen meistens partiell braunschwarz, besonders an den Seiten und vor der Spitze an der Hinterseite. Trochanteren hell. Femora mittellang, an Vorder- und Mittelbeinen hell, an den Hinterbeinen seitlich oft schwärzlich angeflogen. Tibien lang, bei Vorder- und Mittelbeinen hell, bei den Hinterbeinen meist an der Basis schmal und breiter an der Spitze gedunkelt bis schwarz. Sporne der Hinterschienen nicht ½mal so lang wie das 1. Tarsalglied. Tarsen braun, distalwärts meist fortschreitend dunkler bis schwärzlich. Krallen sehr klein, vor der Basis mit zwei Kammzähnen. Pulvillus etwa so lang wie die Krallen.

Flügel kräftig; lang und ziemlich dicht behaart, darum dunkel wirkend, aber nicht gefleckt. Das mittelhohe (2½ : 1) Stigma schwärzlichgrau, an Basis und Spitze heller, bei den kleinsten Stücken fast ganz hell. Radius bei großen Stücken ziemlich gerade und nur am äußersten Ende ziemlich plötzlich eingekrümmt, bei den kleinsten Stücken

---

Ihrer Liste vermerkt. Vielleicht ließen sich in dem von Ihnen zurückbehaltenen Material noch mehr derartige Feststellungen machen. Die ♂, besonders bei *stigmaticus*, sind durchweg heller als die ♀, dies scheint mir besonders bei *stigmaticus* der Fall zu sein. Ich fand Tiere mit fast farblosem Stigma, die ich aber nicht anders unterbringen konnte, so reichhaltig auch mein *Mesochorus*-Bestand ist. Die Andeutungen über skulpturelle Eigentümlichkeiten der beiden Arten sind übrigens spärlich. Ob der Radialnerv am Ende mehr oder weniger gebogen ist, ob die Ar. sup. hinreichend schmal ist, ist Ansichtssache. Die mehr oder weniger gestreckte Gestalt hängt viel von dem jeweiligen Wirte ab, von dem meines Wissens von *pectoralis* 2 Dutzend bekannt sind. Ich will meine Ansicht nicht als grundsätzlich richtig bezeichnen, aber ich vermute, daß beide Arten nur Abweichungen ein und derselben Grundform sind, als welche, weil augenscheinlich häufiger, *pectoralis* zu bezeichnen wäre."

im ganzen Verlauf stärker gekrümmt. Areola mittelgroß, quadratisch bis subquadratisch, dann der hintere Winkel am spitzesten; bei den großen Stücken andeutungsweise gestielt, bei kleineren bis breit aufsitzend. Nervus recurrens meist kurz vor, seltener in der Mitte der Areola mündend, wenig länger als die Areola breit. Nervulus meist interstitial, bei den kleinsten in der Regel, selten auch bei größeren Stücken postfurkal. Nervus parallelus gerade, weit oberhalb der Mitte aus der Brachialzelle entspringend.

Abdomen: Um $^1/_8$ länger als der Thorax. 1. Tergit schwarz, etwa 3mal so lang wie hinten breit; an der Basis nur $^1/_3$ so breit wie am Hinterrand, etwas länger als Coxa + Trochanter der Hinterbeine, schwach gekrümmt, spiegelglatt, spärlich behaart; Stigmen hart hinter der Mitte. Postpetiolus allmählich nach hinten verbreitert, seltener schon von der Basis ab deutlich breiter als der Petiolus, dann die Seiten bis subparallel, zuweilen andeutungsweise längsrissig, meist mit flacher, schmaler, hinten breiterer Längsmulde, die von schwachen Seitenleisten undeutlich begrenzt ist und das Ende des Segments nicht erreicht; Hinterrand nur etwa $^1/_2$ so breit wie der des 2. Tergits. 2. Tergit schwarz, Hinterrand aber immer schmal aufgehellt; Vorderrand nur reichlich $^1/_2$ so breit wie das Hinterende; etwa so lang wie hinten breit; glatt und glänzend, sehr spärlich behaart. Gastrocoelen sehr deutlich. 3. Tergit immer mehr oder minder aufgehellt, meist aber jederseits mit einem dreieckigen, mehr oder minder verlaufenem schwärzlichen Fleck; glatt und glänzend; schütterig behaart. Die restlichen Tergite von vorn nach hinten fortschreitend verstärkt rotbraun bis schwarzbraun, zuweilen wenigstens die vorderen hinten stärker aufgehellt, glatt und glänzend, nur an den Seiten spärlich behaart; das 7. Tergit ganz kahl.

Index [d. h. Mittel der Länge und (in Klammern) Breite von Femur III : Tibia III : Metatarsus III : Flagellum 1, 2 und 3 : Petiolus : Valvula : Paramere] 1 (0,22) : 1,3 : 0,61 : 0,42/0,27/0,24 : 0,85 (0,3) : 0,76 : 0,7—0,8.

Besonderheiten des Männchens

Durchschnittlich etwas heller als die Weibchen. Clypeus und Gesicht etwas dunkler als der meist ziemlich breite weißgelbe Ring um die Fazettenaugen, aber der schwarze Fleck fehlend oder äußerst stark reduziert. Fühlergeißel mit 23—32 Gliedern. Propleuren meist ganz braunrot. Basis und Spitze der Tibien sowie die Tarsen der Hinterbeine oft kaum gedunkelt. Hinterleib seitlich komprimiert, besonders vom 3. Segment ab. 2. Tergit ein wenig länger als hinten breit. 3. Tergit kaum länger als breit.

Besonderheiten des Weibchens

Clypeus immer zum mindesten in der oberen Hälfte schwärzlich. Fühlergeißel mit 24—30 Gliedern. Propleuren und Beine im ganzen etwas dunkler als beim Männchen, besonders Femur, Tibia und Tarsus der Hinterbeine. Hinterleib seitlich nur mäßig ababgeplattet, 2. Tergit nur etwa so lang wie hinten breit, 2. Abdominalsegment also nicht so schlank wie beim Männchen. 3. Tergit nicht länger als breit. Valvulae schwarzbraun, Spitze heller, glatt, mäßig behaart.

2. Wirte

Im Schrifttum werden als Wirte genannt für:

1. *M. pectoralis* Ratz.
   a) ***Braconidae.***
   Microgaster ? sp. (Jänner 1937, S. 78; Brischke 1880. S. 181, Schmiedeknecht 1908—1911, S. 1999—2000).
   Microplitis avidus Ruthe (Allg. Ent., n. Hedwig, schriftl. Mttlg. v. 11. 3. 1944).
   Microplitis vidua Ruthe (Lyle 1918, S. 104—111, 129—137).
   Microplitis sp. (Fulmek n. Hedwig, schriftl. Mttlg. v. 11. 3. 1944).
   Apanteles glomeratus L. (Moss 1933, S. 210—231, n. R. a. E. 1934, S. 39; Muggeridge 1933, S. 135—142, n. R. a. E. 1934, S. 40).

Apanteles congestus Nees (Fulmek, n. Hedwig, schriftl. Mttlg. v. 11. 3. 1944).
Apanteles zygaenarum Marsh (Fulmek, schriftl. Mttlg. vom 24. 3. 1944).
Apanteles sp. (Moss 1933, S. 39; Plaas 1932, S. 183—191).
Rhogas bicolor Spin. u. *tricolor* Wesm. (Fulmek, schriftl. Mttlg. v. 24. 3. 1944).

b) *Ichneumonidae*
Campoplex sp. (Fulmek, n. Hedwig, schriftl. Mttlg. v. 11. 3. 1944).
? *Anilasta ebenina* (n. Hedwig, schriftl. Mttlg. v. 11. 3. 1944).

c) *Lepidoptera*
Pieris brassicae L. (Fulmek, n. Hedwig, schriftl. Mttlg. v. 11. 3. 1944).
Lycaena orbitulus Prun. (Fulmek 1937, S. 153).
Lymantria dispar (Schmiedeknecht 1908—1911, S. 1999—2000; Jänner 1937, S. 78; Ratzeburg, n. Dalla Torre 1901—1902, S. 56; Brischke, n. Dalla Torre 1901—1902, S. 55 u. 58).
Euproctis chrysorrhoea L. u. *Dendrolimus pini* L. (Fulmek, schriftl. Mttlg.).
Cucullia argentea (Brischke, 1880, S. 182).
Euclidia mi Cl. (Fulmek, n. Hedwig, schriftl. Mttlg. v. 11. 3. 1944).
Larentia galiata Hb. (Jänner 1937, S. 78; Brischke, n. Dalla Torre).
Larentia montanata Schiff. (Fulmek, schriftl. Mttlg. v. 24. 3. 1944).
Tephroclystia oblongata Thunbg. (Bri.; Wagner, n. Hedwig, schriftl. Mttlg. v. 11. 3. 1944).
Tephroclystia denotata Hb. (Soffner, n. Hedwig. Z. Ent. Breslau 18, 12–28, 1939.
Tephroclystia helveticaria B. (Fulmek, n. Hedwig, schriftl. Mittlg. v. 11. 3. 1944).
Tephroclystia fenestrata Mill. (Fulmek, schriftl. Mttlg. v. 24. 3. 1944).
Tephroclystia succenturiata L. (Bri., n. Hedwig, schriftl. Mttlg. v. 11. 3. 1944).
Eupithecia centaureata (Brischke, n. Dalla Torre 1901—1902, S. 56).
Bupalus piniarius L. (Fulmek, l. c.).
Fidonia cebraria (Brischke, n. Dalla Torre 1901—1902, S. 56 u. 59).
Fidonia fasciolaria Rott. (Jänner 1937, S. 78; Bri., n. Hedwig).
Fidonia limbaria Fab. (Fulmek, schriftl. Mttlg. v. 24. 3. 1944).
Phlyctaenodes stictiealis L. (Fulmek, n. Hedwig, schriftl. Mttlg. v. 11. 3. 1944).
Simaethis pariana Cl. (Fulmek, n. Hedwig, schriftl. Mttlg. v. 11. 3. 1944).
Pterophorus sp. (n. Hedwig, schriftl. Mttlg. v. 11. 3. 1944; Fulmek, 24. 3. 1944).
Leioptilus tephradactylus (Jordan 1869—1870, S. 138).
Teleia proximella Hb. (Fulmek, n. Hedwig, schriftl. Mttlg. v. 11. 3. 1944).
Hyponomeuta evonymella L. (Bri., n. Hedwig, schriftl. Mttlg. v. 11. 3. 1944).
Hyponomeuta padellus L. (Fulmek, schriftl. Mttlg. v. 24. 3. 1944).
Hyponomeuta sp. (Brischke, n. Dalla Torre l. c.; Jänner 1937, S. 78).
Plutella maculipennis Curt. (Fulmek, schriftl. Mttlg, v. 24. 3. 1944).

2. *M. stigmaticus* Brischke

Lepidoptera
Orgyia antiqua (Bridgman, n. Schmiedeknecht l. c., S. 1994; Jänner l. c.).

Ich selbst erzog unsere Ichneumonide lediglich aus *Apanteles glomeratus* L., und auch aus dieser nur, soweit die Kokons aus *Pieris brassicae* L. stammten. Am 5. September 1942 wurde allerdings in Bonn eine von 21 Larven apantelisierte Altraupe von *Pieris rapae* L. oder *P. napi* L. eingetragen, in der sich eine Ichneumonidenlarve fand, die nach Gestalt und Größe (siehe Abb. 12) von unseren *Mesochorus*-Larven nicht zu unterscheiden war. Sie war mit 1,15 mm Länge allerdings größer als diese. Da in *Pieris*-Raupen andere Ichneumonidenlarven kaum vorkommen, dürfte das Stück auf *Mesochorus* zu beziehen sein, ob auf die hier beschriebene Art, steht dahin. Wahrscheinlich befällt *M. pectoralis* Ratz. aber *A. glomeratus* L. in allen Wirten. Die Literatur (s. bei c) spricht in diesem Sinne. Lepidopteren sind allerdings wohl nie primäre Wirte unserer

Wespe, und diejenigen, bei denen keine Braconiden schmarotzen, dürften darüber hinaus auch mittelbar keine Beziehungen zu ihr haben. Weniger bedenklich sind die (siehe bei a) über Braconiden gegebenen Daten. Es ist sehr wohl möglich, daß *M. pectoralis* Ratz. außer *A. glomeratus* L. auch andere Arten des Genus und darüber hinaus Vertreter weiterer Gattungen der gleichen Familie befällt, daß sie den Kreis ihrer Wirte noch weiter ziehen, und sogar (siehe bei b) auf Ichneumoniden übergreifen sollte, ist weniger wahrscheinlich.

3. Geographische Verbreitung

a) Schrifttum.

1. *pectoralis* Ratz.
   Europa:
   Schweden (HOLMGREN 1858, S. 129—130, THOMSON 1885, S. 341).
   England (THOMSON ebenda).
   Deutschland und zwar Schleswig-Holstein (PLAAS 1932, S. 191) und Thüringen (JÄNNER 1937, S. 78).
   ? Neuseeland (MUGGERIDGE 1933, S. 135—142).
2. *stigmaticus* Brischke.
   Europa:
   Deutschland, und zwar Thüringen (BRISCHKE 1880, S. 183—184, SCHMIEDEKNECHT 1908—1911, S. 1994, JÄNNER 1937, S. 78).

b) Eigene Funde (s. u.).
   Deutsches Reich (Schleswig-Holstein, Hannover, Sachsen, Posen, Ostpreußen, Nieder-Österreich, Württemberg, Saarpfalz, Hessen, Rheinprovinz).
   Ostland: Litauen (Wilna).

Die hier in Frage kommenden *Mesochorus*-Arten sind sämtlich zunächst nur aus Europa, und zwar vor allem aus Nord- und Mitteleuropa gemeldet. *M. pectoralis* Ratz. dürfte verschleppt jetzt in Neuseeland vorkommen (MUGGERIDGE 1933 S. 135—142). *M. curvulus* Thoms. ist auch aus „Gallia" (THOMSON 1885 S. 343—344) und Rußland, nämlich aus dem Nordkaukasus (FULMEK 1937 S. 153) bekannt. Das letztere gilt ebenso für *M. tuberculiger* Thoms. (FULMEK 1937 S. 153). *M. splendidulus* Grav. wurde von GRAVENHORST (1829 S. 965—966) in Genua gefangen, soll aber nach DALLA TORRE (1901—1902 S. 58) über nahezu ganz Europa verbreitet sein. *M. pectoralis* Ratz. ist im einzelnen aus Schweden (HOLMGREN 1858 S. 129—130, THOMSON 1885 S. 341), England (THOMSON ebenda und andere) und in Deutschland aus Schleswig-Holstein (PLAAS 1932 S. 191), Thüringen (JÄNNER 1937 S. 78), aber wohl auch schon von anderen Orten (vgl. RATZEBURG 1844 S. 149 und BRISCHKE 1880 S. 181) bekannt. Für *M. stigmaticus* BRISCHKE fand ich außer allgemein „Europa" im einzelnen nur Deutschland und zwar Thüringen (SCHMIEDEKNECHT 1908—1911 S. 1994, JÄNNER 1937 S. 78) als Fundort angegeben. Ob die von BRISCHKE (1880, S. 183—184) beschriebenen Stücke aus Danzig stammen, ist mir nicht bekannt.

Im einzelnen entfielen von den *Apanteles*-Kokons, aus denen bis 1935 in Kitzeberg bei Kiel und später in Bonn a. Rhein die *Mesochorus*-Brut erzogen wurde, auf

Schleswig-Holstein:
   Rickling, 19. September 1931,
   Einfeld, 29. September 1931 und 27. November 1931 (G. WAACK leg.),

Neumünster, 13. November 1931,
Ohlsdorf bei Hamburg, 24. November 1931,
Burg auf Fehmarn, 30. November 1931,
Marienfelde bei Bülk, 28. Juli 1932.

Hannover:
Stade a. d. Unterelbe, 2. Oktober 1931 (Fr. GROBECKER leg.) und 5. Oktober 1931 (W. SPEYER leg.),
Himbergen, Kr. Ülzen, November—Dezember 1931 (E. RIGGERT leg.),
Harburg a. d. Elbe, 26. November 1931, 10. September 1932,
Rhiemförde bei Stade, 29. September 1936 (O. HADERSOLD leg.).

Sachsen:
Halle, Diemitz oder Zscherben, 15. März bis 8. April 1932 (Pflanzenschutzamt Halle leg.).

Posen:
Posen, Oktober 1942 (K. FRIEDERICHS leg.).

Ostpreußen:
Juditten bei Königsberg, etwa 19. Dezember 1931 (A. KÖRTING leg.).

Niederösterreich:
Kagran bei Wien, Oktober 1942 (Else LEISEN leg.).

Württemberg:
Plieningen/Fildern, etwa 21. Januar 1932 (Landesanstalt für Pflanzenschutz Stuttgart leg.).

Saarpfalz:
Bezirk Pflanzenschutzamt Kaiserslautern, Oktober 1942 (Pflanzenschutzamt leg.).

Rheinprovinz:
Aachen, 9. Januar 1931 (W. SUBKLEW leg.),
Kreuzberg a. d. Ahr, Herbst 1936,
Straelen, 12. September 1942,
Fühlingen, Bez. Köln, 12. September 1942,
Poppelsdorf, 20. Juni 1942, 22. Juni 1942, 2. September 1942,
Bad Godesberg, 9. September 1942,
Pech bei Villip, 13. Juni 1942,
Kehlberg, Eifel, 9. September 1942,
Andernach, 9. Juli 1942 (E. MEYER u. A. TER HAZEBORG leg.).
Altenkirchen, Westerwald, 29. September 1942,
Hachenburg, Westerwald, 29. September 1942.

Hessen:
Kassel, 13.—16. Oktober 1942 (R. BACH leg.).

Bayern:
München, Dezember 1939.

Litauen:
Wilna, 1. u. 2. September 1943 (A. PALIONIS leg.).

4. Zucht- und Untersuchungsmethodik

Die Aufzucht der *Mesochorus*-Larven bietet ebenso wenig Schwierigkeiten wie die der meisten übrigen Parasiten und Hyperparasiten von *Pieris brassicae*. Ich verfahre bei der Haltung aller Raupenschmarotzer und ihrer Wirte einheitlich.

Die bestifteten Raupen werden bis zu 10 in unseren, auch zur Kultur vieler anderer Insekten (BLUNCK, BREMER und KAUFMANN 1933, S. 521 und 523) bestens bewährten dickwandigen, an den Enden plangeschliffenen Glaszylindern von mindestens 9 cm lichter

Weite und rund 20 cm Höhe gehalten (Abb. 1), die auf einer kleinen Glasplatte stehen und oben mit feinmaschiger Gaze oder Nesselstoff geschlossen sind. Das Dach wird durch ein 1 cm breites Gummiband oder durch mehrfach fest umgelegten dünnen Bindfaden gehalten. Das Futter wird in Gestalt kleiner Kohlblätter, die mit dem Stiel in eine mit Wasser gefüllte und oben gegen das Hereinfallen der Zuchttiere mit Zellstoff abgedichtete, auf der Glasplatte ruhende Glasflasche eintauchen, gereicht. Es wird nach Bedarf, d. h bis zu 2 mal täglich, erneuert. Die Zuchtgefäße sollen hell, aber vor scharfer Besonnung geschützt im Laboratorium oder im Freien aufgestellt werden. Bei der Reife pflegen die Raupen sich an der Zylinderwand oder am Gazedach anzuspinnen und zu verpuppen bzw. die *Apanteles*-Larven zu entlassen. Sie bleiben noch bis zu 1 Woche, bei kühlem Wetter sogar etwas länger reaktionsfähig, können bei zu feuchter Haltung noch nachträglich ein Opfer von ***Entomophthora sphaerosperma*** Fresen werden, trocknen dann aber ein und werden nun ebenso wie die Flasche mit dem Futter entfernt. Die zu den bekannten gelben Kokonhaufen versponnene *Apanteles*-Brut bleibt bis zum Schlüpfen der Wespen im Zylinder, der jetzt zweckmäßig im Freien unter einem offenen Glasdach Aufstellung findet und gegen Windschaden notfalls durch Auflegen eines flachen Steins gesichert wird. Im Laboratorium kommt zum mindesten bei langsamer Entwicklung, also aus überwinterndem Kokonmaterial, meist nur reichlich die Hälfte der Individuen zum Schlüpfen, vor allem in geheizten Räumen. Der Rest scheint zu vertrocknen, ein Übelstand, der sich leider erst herausstellte, als ein gut Teil unseres Materials schon auf diese Weise zugrunde gegangen war. Durch gelegentliches Übersprühen der Kokons mit Wasser oder Einlegen von feuchtem Zellstoff, Watte usw., kann dem Eintrocknen nicht genügend entgegengewirkt werden. Es führt im Gegenteil meist früher oder später zu Verpilzung.



Abb. 1. Zuchtzylinder unter Gazedach auf Glasplatte mit Kohlblatt und Möhrenblüten in Glasfläschchen. Etwa 1/3 natürlicher Größe. Original

Apanteles-Kokons, die erst nach dem Auswandern der Larven aus den Raupen eingetragen sind, werden, wenn sie zahlreich sind, in gleichartigen Zuchtzylindern untergebracht, andernfalls in Petridoppelschalen. In 1 Zylinder können bis zu mehreren hundert Kokonhaufen, also mehrere 1000 Kokons Aufnahme finden.

Wenn die Wespen schlüpfen, werden sie nach genügender Aushärtung aus den Zuchtbehältern herausgefangen. Zu dem Zweck wird der Zylinder horizontal gelegt und mit der Gazeseite auf eine starke Lichtquelle zu gerichtet. Die Wespen sammeln sich dann an der Gaze, vor allem die Braconiden und alle Ichneumoniden. Sie können dort leicht gefaßt werden. Einige Chalcididen, zumal ***Dibrachys boucheanus*** Ratz. (Thoms.) machen eine Ausnahme. Sie trennen sich nur ungern von den Kokons und müssen zwischen diesen einzeln herausgesammelt werden. Bei reichlichem Material ist es nötig, die Fangarbeit unter Schutzmaßnahmen gegen Entkommen einzelner Stücke durchzuführen. Am einfachsten wird der Zylinder dann in einem auf die Seite gelegten, mit dem Boden auf die Lichtquelle zu gerichteten, rechteckigen, geräumigen Glaskasten (etwa 40×30×30 cm) geöffnet, in dem die Wespen zur Lampe streben.

Das Herausfangen erfolgt, wenn das Material konserviert werden soll, mit einer in Alkohol feucht gemachten krummen Nadel, an der die Wespen beim Berühren kleben bleiben. Sie werden dann in Alkohol 78 % überführt und verbleiben darin. Seit etwa 20 Jahren konserviere ich bei Massenaufzucht kleine Hymenopteren fast nur noch so. Das Verfahren bietet erhebliche Vorteile. Das Material bleibt staubfrei und ist vor Sammlungsschädlingen geschützt. Es bedarf bei Unterbringung in Flaschen mit gut schließenden Stöpseln keiner anderen Wartung, als alle paar Jahre des Nachfüllens von etwas Alkohol. Vor allem bleiben aber alle morphologischen Details ständig einer leichten Untersuchung zugänglich, während es bei genadelten oder gar aufgeklebten Stücken dazu oft des vorherigen Ablösens von der Nadel mit allen seinen Gefahren an Bruch und Verlust bedarf. In Alkohol 78 % bleiben auch die Gelenke einigermaßen beweglich. In Alkohol 96 % werden sie zu steif. Bei genadelten Wespen erstarren sie völlig, und die Spannung weicht bekanntlich nur nach Wiederaufweichen in feuchter Luft, selbst dann aber oft unzureichend. In Alkohol fallen auch alle Schrumpfungserscheinungen fort, die bei Trockenkonservierung an Fühlern, Mundwerkzeugen und Genitalanhängen oft wichtige systematische Einzelheiten unkenntlich machen, vor allem bei jung konservierten Stücken. Skulpturen und Behaarung sind an trockenen leichter kenntlich als an nassen Insekten. Bei Unklarheiten pflege ich daher das Material durch kurzfristiges Auflegen auf trockenes Fließpapier leicht abzutrocknen. Die Flügel falten sich dann oft, nehmen aber bei rechtzeitigem Zurückbringen in Alkohohl 78 % ihre natürliche Form wieder an. Der einzige Nachteil der Naßkonservierung ist, daß manche Farben, vor allem Metallfarben, im Laufe der Jahre ausbleichen oder sich verändern. Nun variiert die Färbung bei vielen Hymenopteren aber schon im Leben stark. Sie wechselt, wie oft allerdings erst ein umfangreiches Material enthüllt, bei vielen Arten in erstaunlicher Breite. Das gleiche gilt für die Zeichnung, und zwar an allen Körperteilen. Unter anderem beeinflußt die Wirtsart beide Charaktere. Überdies sind große Individuen oft anders gefärbt als kleine, alte anders als junge. Die Bedeutung von Farbe und Zeichen als Artcharaktere ist bei den Ichneumoniden bislang erheblich überschätzt worden, ein Umstand, auf dem zum guten Teil die fast unüberwindlichen Schwierigkeiten im System beruhen dürften, vor denen wir heute stehen. Sehr viele sogenannte Arten sind Farbvarietäten und keine systematische Einheiten von Wert. Bei meinen Parasitenzuchten aus *Apanteles* konnte ich feststellen, daß selbst so charakteristische Rot-Schwarz-Zeichnungen, wie sie das Mesonotum von *Hemiteles areator* (Panz.) Grav., unserer *Pezomachus*-Art Ichn. 71 und meiner *Mesochorus*-Wespen zieren, inkonstant sind. Es kommen Stücke mit ganz oder fast ganz rotem und solche mit ganz schwarzem Mittelrücken vor. Entsprechendes gilt bei anderen Arten für Kopf, Hinterleib und Extremitäten. Viele Artbeschreibungen beruhen aber nur auf solchen Färbungs- und Zeichnungsunterschieden. Ein weit sichereres Merkmal bilden die von vielen Systematikern bislang zu wenig gewürdigten Hautskulpturen wie Punktierung, Runzelung, Nadelrissigkeit nebst Dichte und Stärke der Behaarung, deren Feinheiten sich allerdings erst unter einer guten binokularen Lupe (Leitz-Binokular mit Säulenstativ Nr. 445) bei bester Beleuchtung (Mignonlämpchen mit Träger und Regulierwiderstand nach Leitz) enthüllen. Konstanter als viele Farbänderungen sind im allgemeinen auch die Längen- und Breitenverhältnisse an Kopf, Rumpf und Extremitäten. Ich benutze sie seit Jahren als Unterscheidungsmerkmal und danke nur ihnen, daß ich in manchen kniffligen Fällen zu eindeutigen Ergebnissen kam, z. B. auf Grund der relativen Länge der basalen Fühlerglieder bei der Trennung von *Hemiteles fulvipes* Grav., *submarginatus* Bridg. und *marginatus* Bridg. Übrigens schrieb mir unlängst Dr. Th. KUPKA, Oderberg, daß eine solche Relation, nämlich der Schenkelindex bei Ichneumoniden, auch ihm zu einem der wichtigsten letzten Hilfsmittel geworden ist. Auch alle diese Verhältnisse verändern sich praktisch bei Naßkonservierung nicht. Die Trockenkonservierung der Schlupfwespen ist eine von den Lepidopterologen und Coleopterologen übernommene, dort zweifellos berechtigte Methode. Bei den meisten Kleininsekten bietet sie mehr Nachteile als Vorteile. Viele zünftige Insektensammler werden ob so ketzerischer Ge-

danken in Erregung geraten, es hilft aber nichts: Das Nadeln empfindlicher Kleininsekten geht oft nicht ohne deren Schädigung ab. Es muß der Alkoholkonservierung oder der Einbettung in dauerhafte Medien wie Canadabalsam auf dem Objektträger weichen. Trockenkonservierung kleiner Hymenopteren mag bei reichlich Material neben der Naßkonservierung und Einbettung geübt werden, allein hat sie kaum Berechtigung.

Sollen die geschlüpften Wespen weiter am Leben erhalten werden, so können sie bei einiger Geschicklichkeit in kleinen Glastuben aus dem Zuchtbehälter oder dem Auffangglaskasten herausgefangen werden. Soll dabei gleichzeitig die Determinierung erfolgen und ist sie schwierig, was ja die Regel bildet, so muß das Material vorübergehend betäubt werden. Ich benutzte zu dem Zweck früher Schwefeläther, hatte dabei aber oft Verluste. Jetzt bringe ich die Wespen zunächst in Alkohol 78 %. Sobald sie bewegungslos werden, werden sie schnell mit einem Pinsel herausgenommen und auf einer dicken Lage von Zellstoff, Watte oder Fließpapier mehrfach gründlich mit Wasser beträufelt, dann aber auf trockene Baumwollwatte oder ein ähnliches, nicht leicht faserndes Medium gebracht und nunmehr untersucht. War das Alkoholbad nicht zu lang — die Spezies sind unterschiedlich empfindlich —, so erwachen sie innerhalb einiger Minuten und erholen sich meist vollständig.

Die zur Weiterzucht bestimmten *Mesochorus*-Wespen werden in Zuchtzylinder gleicher Art wie die Raupen und die *Apanteles*-Kokons gebracht, aber anders gewartet. Als Futter reiche ich Umbelliferendolden wie *Pastinaca sativa* L., *Daucus carota* L. und *Heracleum sphondylium* L., außerdem aber immer reichlich Zuckerwasser, das teils einfach auf das mit einem Zellstofflappen belegte Gazedach, teils auf einen kugeligen Watte- oder Zellstoffbausch am Grund des Zylinders aufgetröpfelt und 1—2 mal täglich erneuert wird. Die honigenden Blüten werden ebenso wie das bei Bedarf miteingebrachte Futter für die *Pieris*-Raupen unter Abdichtung des Glashalses mit Zellstoff in Flaschen mit Wasser auf die Glasplatte im Zylinder gestellt. Dieser selbst findet am besonnten Fenster seinen Platz. Abb. 1 (s. S. 439) gibt ein so gebrauchsfertig beschicktes Zuchtgefäß wieder. Bei heißem Wetter wird nach Bedarf zum Schutz gegen Überhitzung und Kondenswasserbildung schattiert. Die Wespen halten sich dann gut. Das gilt auch für mein *Mesochorus*-Material mit der Einschränkung, daß die Weibchen zwar wenigstens teilweise zur Eiablage schreiten, Copula aber im Unterschied zum Verhalten anderer Arten nicht beobachtet wurde. Sie war auch durch Unterbringung der Tiere in größeren Zwingern, z. B. in einem Gazekasten von 40 × 40 cm Grundfläche und 55 cm Höhe, nicht zu erzielen. Vielleicht hat es an genügend Sonne gefehlt.

5. Verhalten der Volltiere

a) Allgemeines, Nahrungsbedarf, Lebensdauer

Die hier zur Behandlung stehenden *Mesochorus*-Wespen sind lebhafte Tiere. Ihre Bewegungen sind schneller, ihr Flug ist stürmischer als bei vielen anderen parasitischen Hymenopteren. Das Summen einer fliegenden Wespe ist bis auf 50 cm Entfernung hörbar. Das Sauerstoffbedürfnis ist entsprechend groß. In einem Reagenzglas unter Watteabschluß eingesperrte Stücke starben mir bei 23° innerhalb weniger Minuten, bei Besonnung noch schneller. Auch *Apanteles glomeratus* L. ist gegen solche Absperrung übrigens überraschend empfindlich.

Beide Geschlechter nehmen Nahrung auf. Der Wasserbedarf ist erheblich. Auch Männchen sah ich im Zylinder Kondenswasser trinken. Wenn es an tropfbar flüssigem Wasser fehlt, sterben die Tiere innerhalb

weniger Tage. Auch in kühler Kellerluft ($15^1/_2 - 16^0$) gehaltene Stücke brachten es im Juli dann nur auf längstens 9 Tage. Natürliches Futter ist wohl nur Blütennektar. Ich erwähne das, weil ich *Apanteles glomeratus* L. wiederholt auch eifrig den aus frischen Wundrändern von Kohlblättern ausquellenden Saft schlecken sah, eine Erscheinung, die übrigens auch schon FAURE (1926 S. 42) registriert. An Umbelliferenblüten, z. B. an *Pastinaca sativa* L., sah ich die *Mesochorus*-Wespen schon am ersten Lebenstag naschen. Sie halten sich aber auch gern auf Blüten anderer Art, z. B. auf *Achillea millefolium* L., auf. Wenn es an honigenden Blüten fehlt, deckten meine Wespen ihren Nahrungsbedarf an dem eingebrachten Zuckerwasser. Besonders die Weibchen suchten dieses bei Nachfüllung bald gern und lange auf, in erster Linie allerdings wohl, um den Durst zu löschen. Pollen scheint *Mesochorus* nicht aufzunehmen, wenigstens konnte ich solchen im Darm präparierter Weibchen nicht nachweisen. Der Chylusmagen enthielt nur eine schwach bräunliche, bakterienreiche Masse, zur Hauptsache wohl Nektar und Zucker.

Bei guter Ernährung halten sich die Weibchen im Zwinger wochenlang, auch im Sommer. Im einzelnen registrierte ich im Jahre 1942 bei rund 20° für ein Weibchen 19, für ein zweites mindestens 32 und für ein drittes, das dann entkam, mindestens 35 Tage. Ein anderes Weibchen kann es im Sommer auf 46 Tage gebracht haben, doch sind die Unterlagen unsicher. Bei kühler Luft dürfte sich die Lebensdauer noch stärker strecken lassen, meine einschlägigen Zuchten mißlangen allerdings, weil es damals an genügend Wasser und Nahrung gefehlt hat.

Die Männchen sind im allgemeinen kurzlebiger. Von 11 Männchen starben im September 1942 bei reichlich 20° 3 nach 3, 4 nach 7 und 4 nach 8 Tagen, während 1 Weibchen es im gleichen Zwinger auf $4^1/_2$ Wochen oder mehr brachte. In andern Zuchtzylindern und in einem großen Gazekasten hielten sich einzelne Männchen bei eher noch höherer Temperatur im gleichen Sommer mindestens 3 Wochen. Das Höchstalter, das erreicht wurde, betrug wenigstens 25 Tage, wovon aber 14 Tage bei nur + 6° verbracht waren.

Durchschnittlich dürften die Weibchen, soweit sie eines natürlichen Todes sterben, rund 1 Monat, die Männchen 1—2 Wochen alt werden. Die normale Lebensdauer liegt also bei *Mesochorus pectoralis* Ratz. wesentlich höher als bei *Apanteles glomeratus* L., der in allen meinen Kulturen, in dem beide gemeinsam gehalten wurden, es im männlichen Geschlecht nur auf wenige Tage und auch im weiblichen kaum auf 1—2 Wochen brachte. Fräulein cand. rer. nat. S. FARWICK konnte einzelne Stücke der Braconide bei Zimmertemperatur (Min. 14°, Max. 21°) 21 Tage am Leben halten. Die Bedingungen, unter denen nach FAURE (1926 S. 42) GRANDORI *A. glomeratus* 70 Tage leben sah, sind mir nicht bekannt.

b) Geschlechtsleben

Die *Mesochorus*-Wespen sind wenigstens bei der hier in Rede stehenden Art beim Schlüpfen noch nicht geschlechtsreif.

Bei einem noch nicht 24 Stunden alten Männchen war die Entwicklung immerhin bis zur Bildung von Spermatiden fortgeschritten. Daneben fanden sich reichlich Spermatogonien und Spermatozyten in allen Entwicklungsstadien. Schon am 2. oder 3. Tag dürften die Spermatozoen aber zur Reife kommen. Ein 8 Tage altes, bei Zimmertemperatur gehaltenes, im Sommer 1942 zur Untersuchung gekommenes Männchen barg in den gelben Hoden reichlich lebende, eigenbewegliche Spermatozoen.

Auch bei den Weibchen gelangen die Geschlechtszellen innerhalb einiger Tage zur Reife. In jeder der 10—12 Eiröhren der beiden Ovarien gewinnt aber zur Zeit immer nur 1 Ei die volle Größe. Dann wird es in den Uterus abgestoßen, wo es bis zur Ablage noch einige Tage verweilen kann. Inzwischen wird in den Ovariolen das nächste Ei herangebildet. So vollzieht sich die Produktion kontinuierlich und hält wohl während der ganzen Lebenszeit an. Hohe Werte werden dabei aber nicht erreicht. Bei 4 etwa 8 Tage alten, im Zimmer bei rund 20° gehaltenen Weibchen zählte ich in den Ovarien a) $6 + 8 = 14$, b) rund 20, c) $9 + 12 = 21$ und d) nochmals 21 zur vollen Größe herangewachsene Eier. Wenigstens eins der Weibchen hatte vielleicht außerdem schon einige Eier abgesetzt. Zwei 19tägige Weibchen enthielten reichlich 20 bzw. 33, zum Teil schon in den Uterus abgewanderte ausgewachsene Eier, das 2. Tier außerdem in jeder Ovariole mindestens einen Keim, bei dem die Dotterablagerung im Gange war. Das war das beobachtete Maximum. Man wird nicht fehlgehen, wenn man annimmt, daß die Weibchen unter natürlichen Verhältnissen fruchtbarer sind, mehr als 100 Eier dürfte das einzelne Individuum aber wohl nicht produzieren. *Mesochorus pectoralis* Ratz. bleibt in der Fertilität also weit hinter *Apanteles glomeratus* L. zurück, bei dem man schon bald nach dem Schlüpfen 500 und mehr reife Eier in den langen Eischläuchen zählen kann.

Kopula beobachtete ich, wie schon auf S. 441 gesagt, nicht, auch nicht bei bester Ausstattung und Plazierung der Zuchtbehälter, gleichviel ob es sich um unsere Zylinder oder um einen größeren Raupenkasten handelte. Vielleicht bedürfen die Männchen vor der Begattungsbereitschaft ausgedehnterer Flugmöglichkeit, als ich sie ihnen bieten konnte. Von ausgesprochenen Hochzeitsflügen ist bei Ichneumoniden allerdings wohl noch nichts bekannt geworden. Daß es vielleicht auch nur an hinreichender Besonnung gefehlt hat, wurde schon auf S. 441 gesagt. Dem Ausbleiben der Kopula entsprechend, bargen die zur Präparation kommenden Weibchen im receptaculum seminis kein Sperma. Ihre Samenbehälter waren entweder völlig leer, oder sie trugen in diesen Spuren einer unbestimmbaren granulierten Masse, bei der es sich keinesfalls um Spermatozoen handelte.

c) Eiablage

Trotz der ausgebliebenen Begattung kamen Eier zur Ablage. Bis zu dieser Beobachtung mußte ich allerdings viel Lehrgeld bezahlen. Zunächst war ich von der Voraussetzung ausgegangen, daß *Mesochorus pectoralis* Ratz. ebenso wie alle anderen von mir daraufhin beobachteten, bei *Apanteles glomeratus* L. parasitierenden Ichneumoniden ihre Wirte nach dem Spinnen der Puppenkokons, also nach dem Auswandern der Larven aus den *Pieris*-Raupen bestiften würde. Das geschah aber augenscheinlich nicht. Die Weibchen zeigten für die *Apanteles*-Kokons kein Interesse. Es lag also nahe zu vermuten, daß sie schon die Raupen anstechen. Darin wurde ich bestärkt, als in Zuchtzylindern, die mit im Freien eingetragenen Raupen von *P. brassicae* L. beschickt waren, einige Zeit, nachdem aus diesen *Apanteles*-Brut ausgewandert war, unter den *Apanteles*-Wespen *Mesochorus*-Wespen auftraten (siehe Tabelle 2). Nun schritten wir zu entsprechend planmäßigen Zuchtversuchen.

Die Arbeit begann mit der Heranzucht apantelisierter Kohlweißlingsraupen. Zu dem Zweck wurden frisch gefangene oder aus der Puppe aufgezogene Falter von *P. brassicae* L. in meinen großen Zuchtkästen (BLUNCK 1935, S. 78—87) mit Kohl- oder Kohlrabipflanzen und vor allem mit großen, täglich mindestens einmal erneuerten Sträußen gut honigender Blüten wie *Aster alpinus* L., *Trifolium pratense* L. und *Buddleia variabilis* Hemsley eingezwingert. Vor allem an heißen Tagen muß für scheinbar überreichliches, stets ganz frisches Futter gesorgt sein. Andernfalls sterben die Falter schnell. Sie brauchen viel Feuchtigkeit, können diese aber nur in Form von Nektar aufnehmen. An nassen Erdstellen, wo kleine *Pieris*-Arten einen Teil ihres Wasserbedarfs decken, findet man *P. brassicae* nie. Auch frei dargebotenen Honig oder Zuckerwasser nimmt dieser Falter nicht an. Findet er aber Blütennektar im Überfluß, so schreiten die Paare schon in den ersten Tagen zur Kopula, und die Weibchen legen dann auch bald ihre Eier in normaler Weise ab. Die fertigen Eierkuchen entnahm ich immer bald, mindestens aber einmal täglich dem Zwinger, um sie dem Zugriff von Parasiten und Räubern zu entziehen. Vor allem *Trichogramma evanescens* Westw., Kleinvögel und wohl auch *Forficula auricularia* L., die allerdings an ganz glatten Kohlblättern kaum hinreichend Halt findet, räumen in Jahren, wo die Eigelege wie 1943 nicht reichlich sind, bei Bonn so stark unter ihnen auf, daß praktisch kaum Raupen zum Schlüpfen kommen. Die Rolle des Ohrwurms als Begrenzungsfaktor für die Populationsdichte von *P. brassicae* L. ist bislang übersehen oder doch im Schrifttum nicht entsprechend gewürdigt worden. Sie ist erheblich. Eingezwingerte erwachsene Individuen von *F. auricularia* L. sah ich innerhalb 24 Stunden rund 60 Kohlweißlingseier verzehren. Ich bringe die zur Raupenzucht bestimmten Gelege des Falters daher aus dem Zwinger durch Herausschneiden der Eierkuchen

aus den Kohlblättern und Einlegen auf fast trockenes Fließpapier in Petrischalen in Sicherheit, die im Laboratorium Aufstellung finden. Die Embryonen entwickeln sich dann normal.

Sobald die Raupen schlüpfen, kommt das Gelege in einen Zuchtzylinder, in dem durch Halten bei entsprechender Temperatur inzwischen *Apanteles glomeratus* L. aus seinen Kokons erbrütet ist. Die Männchen, die etwas eher erscheinen, erwarten die Weibchen auf den Kokonhaufen, um sie sofort zu begatten, und die Weibchen sind dann auch gleich legebereit. Sie finden die eingebrachten Kohlweißlingsgelege schnell und stürzen sich auf die jungen Raupen, um sie zu bestiften. Selbst solche, die noch kaum mit dem Aufknappern des Schlüpflochs im Ei begonnen haben, werden nicht verschont. Sind reichlich Wespen vorhanden, so werden alle Raupen nach $^1/_2$ Stunde oder noch eher mindestens einmal angestochen, d. h. mit durchschnittlich 10—20 Eiern beschickt. Ich entfernte sie dann schnell, um einer Überbelegung vorzubeugen. Schon bestiftete Raupen üben nämlich auf *A. glomeratus* L. noch fast gleich starken Legereiz aus wie die gesunden, eine Raupe verträgt aber nur den Besatz mit höchstens reichlich 100 Eiern. Empfängt sie mehr, so geht sie, wie übrigens schon Martelli, Grandori (1911, S. 363—428) und Faure (1926, S. 44) beobachtet haben, zugrunde, ohne die Reife zu erlangen, und zwar meist bald, zuweilen erst später bei der Weiterentwicklung. In Jahren mit starkem *Apanteles*- und geringem Weißlingsflug nehmen die Wespen auf diese Weise wohl einem nicht geringen Teil ihrer eigenen Nachkommenschaft die Entwicklungsmöglichkeit, und selbst in starken Raupenjahren werden gegen Ende der Legezeit des Falters, wenn die jungen Raupen knapp werden, viele von ihnen und damit auch ihre Inquilinen, wie ich 1936 in Schleswig-Holstein feststellte, auf diese Weise vernichtet.

Stets ließ ich nur frisch geschlüpfte Kohlweißlingsraupen von *Apanteles* bestiften. Die Wespen nehmen die Junglarven zwar auch noch an, wenn diese schon an Blättern gefressen haben, und überfallen sie in Legenot, wie schon Faure (1926, S. 43—44) wußte, sogar noch nach der ersten, ja selbst nach der zweiten Häutung, erfahren aber dann eine steigend starke Abwehr und werden von den sich aufbäumenden Raupen so dick mit ausgebrochenem Nahrungsbrei beschmiert, daß sie schwer oder gar nicht zum Legen kommen und nachher Mühe haben, ihren Körper und vor allem die Flügel wieder von dem klebrigen, grünen Saft zu reinigen.

Die von *A. glomeratus* L. bestifteten Raupenkolonien wurden unter Beschneiden des inzwischen eingetrockneten Blattstückchens, auf dem der Eierkuchen saß, mittels einer Nadel oder Klebstoff so auf einem kleinen Kohl- oder Kohlrabiblatt fixiert, daß die Raupen nach dem Verzehren der Eihülle, die immer ihre erste Nahrung bildet, leicht Zugang zu frischem Blattgrün finden. Dann wurden sie mit dem Blatt, nachdem es

Tabelle 2. Hyperparasiten aus Freilandmaterial apantelisierter Raupen

Laufende Nr.	Kulturzeichen	Herkunft der Raupen				Standort der Kultur	Geschlüpfte Parasiten			
							Apanteles glomeratus L.			
							Abwandern der Larven aus den Raupen		Schlüpfen der Vollkerfe	
		Fundort	Datum	Stadium	Zahl		Datum	Zahl	Datum	Zahl
1	42/13	Pech bei Bonn	13. 6. 1942	IV.	16	Laboratorium (25.–29. 12. Freiland bei Frost)	22.— ? 26. 6. 1942	viele	2. 7.—21. 9. 1942	284
2	42/10	„	13. 6. 1942	V.	20	Laboratorium	18.— ? 24. 6. 1942	„	29. 6. 1942 ff.	> 309
3	42/20	Poppelsdorf bei Bonn	22. 6. 1942	V.	? 18	„	25. 6. bis 2. 7. 1942	„	4. 7.—13. 9. 1942	454
4	42/21	„	22. 6. 1942	V.	11	wie lfde Nr. 1	25. 6. bis 1. 7. 1942	„	4. 7.—7. 7. 1942	319
5	42/45	bei Andernach	9. 7. 1942	V.	3	Laboratorium	15. 7. 1942	3 + 6 + 30	2.—30. 7. 1942	38
6	42/35	Andernach	9. 7. 1942	V.	24	„	10.—14. 7. 1942	viele	22.—27. 7.	765
7	42/42	Andernach u. Marhof b. Wesseling	9. u. 11. 7. 1942	V.	? 98	„	? 11.—16. 7. 1942	„	10.—13. 7. 1942	?
8	42/122	Bonn	2. 9. 1942	V.	114	„	3.— ? 18. 9. 1942	„	11.—27. 9. 42 u. 18. 4. bis Anfg. 6. 1943	sehr viele
9	42/181	Godesberg	9. 9. 1942	V.	14	„	10.—17. 9. 1942	„	22.—30. 9. 1942	57
10	42/251	Kehlberg i. d. Eifel	9. 9. 1942	V.	13	wie lfde Nr. 1	10.—21. 9. 1942	„	22. 9.—1. 10. 1942 u. 27. 1. bis 1. 2. 1943	54 + 3

[1]) Konrektor KARL, Stolp i. Pommern.
[2]) zuzüglich 1 Indiv. indet. Geschlechts.

in ein Gläschen mit Wasser gestellt war, in die Zuchtzylinder gebracht. Teils noch als Junglarven, teils nach 1, 2, 3 oder 4 Häutungen, also als 2., 3., 4. oder 5. Stadien, wurden sie dann mit ihrem Futter auf einen oder mehrere Tage in die mit einem oder mehreren Wespenpärchen oder einzelnen Weibchen beschickten *Mesochorus*-Zwinger (siehe Abb. 1) gesetzt.

von *Pieris brassicae* L., aus denen auch *Mesochorus pectoralis* Ratz. schlüpfte

Geschlüpfte Parasiten

Mesochorus pectoralis Ratz.			*Tetrastichus rapo* Walk.			Tachiniden				
						Species	Abwandern der Larven aus den Raupen		Schlüpfen der Vollkerfe	
Datum	♂	♀	Datum	♂	♀		Datum	Zahl	Datum	Zahl
? 6. 7.—21. 9. 1942	zusammen 40		3. 1.—11. 3. 1943	4	10	? *Phryxe vulgaris* Fall.	24.—27. 6. 1942	3	8. 7. 1942	1
ca. 5.—23. 7. 1942	zusammen 57		7. 7.—11. 2. 1943	zusammen 26		*Phryxe vulgaris* Fall.	22.—25. 6. 1942	11[3]	? 4.—6. 7. 1942	5
7. 7. 1942	zusammen 6		16.—25. 7. 1942 u. 8. 1. bis 13. 2. 1943	zusammen 26		„ [1]	30. 6. bis 1. 7. 1942	3	8 —13. 7. 1942	3
8.—9. 7. 1942	3	1[2]	13.—16. 1. 1943	1	1	—	—	0	—	0
1. 8. 1942	1	0	—	0	0	—	—	0	—	0
1. 8. 1942	0	2	—	0	0	—	—	0	—	0
31. 7.—1. 8. 1942	zusammen 3		8.—12. 8. 1942	zusammen ? 38		?	18. 7. 1942	1	?	?
19. 9. 1942	1	1	23. 9.—6. 10. 1942 u. 18. 4. b. Mitte Juni 43	zusammen 568		*Compsilura concinnata* Meig. [1]	15.—18. 9. 1942	7	22 —24. 9. 1942	5 ♂ + 2 ♀
1. 10. 1942	0	2	—	0	0	—	—	0	—	0
14.—24. 12. 1942	3	—	14.—23. 1. 1943	2	4	—	—	0	—	0

[3]) + 2 Larven, die bei der Sektion von Raupen gefunden werden. Nur die 5 Vollkerfe wurden determiniert.

In den meisten Kulturen zeigten die Wespen für die Raupen kein Interesse. Nur in einem Zylinder, der Zweitstadien der Raupen enthielt, verhielten sie sich anders, und dort sah ich es auch zu Anstichen kommen, aber das nur ein einziges Mal. In der Kultur befanden sich 6 Männchen und 3 Weibchen der Wespen sowie seit dem 21. Juli 1943 18 Jungraupen von *Pieris brassicae* L., die am 26. Juli zu Zweitstadien

Tabelle 3. Präparationsbefund bei Raupen von *Pieris brassicae* L. nach Einzwingerung mit *Mesochorus pectoralis* Ratz.

Laufende Nr.	Kulturzeichen	Einzwingerung von Wespen mit Raupen: Datum (1942)	*Mesochorus pectoralis* Ratz. ♂	*Mesochorus pectoralis* Ratz. ♀	*Pieris brassicae* L.: Herkunft der Raupe	*Pieris brassicae* L.: Stadium während der Einzwingerung	Präparationsbefund: Datum	Raupenstadium	Zahl der *Apanteles*-Eier bzw. -Larven	*Mesochorus*-Besatz der *Apanteles*-Larven
1	42/68	30. 7.—2. 8.	5	3	Zucht ex ovo	I.	16. 8.	V.	44	0
2	42/68	30. 7.—2. 8.	5	3	„	I.	18. 8.	V.	49	0
3	42/68	30. 7.—2. 8.	5	3	„	I.	18. 8.	V.	30	0
4	42/68	30. 7.—2. 8.	5	3	„	I	21. 8.	V.	rd. 50	0
5	42/68	30. 7.—2. 8.	5	3	„	I.—II.[1]	16. 8.	V.	21	0
6	42/49	21.—28. 7.	6	3	„	I.—II.[2]	28. 7.	II.	28	in 15 je 1 Ei
7	42/49	21.—28. 7.	6	3	„	I.—II.[3]	28. 7.	II.	? 6	? 0
8	42/49	21.—28. 7.	6	3	„	I.—II.[4]	28. 7.	II.	? nur 1	1 Ei
9	42/49	21.—28. 7.	6	3	„	I.—III.	28. 7	III.	rd. 30	4 oder ? 5 mit je 1 und 2 mit 2 Eiern
10	42/49 B	21.—28. 7.	6	3	„	I.—III.	29. 7.	III.	> 5	mindestens 2 mit je 1 Ei
11	42/59	21.—26. u. 29. 7.	5	3	„	I.—II.[5] u. III.[6]	6. 8.	V.	rd. 20	0
12	42/56	2.—11. 8	0	1	„	I.—IV.	11. 8.	IV.	10	0
13	42/69	4.—5. 8.	6	3	„	II.	11. 8	IV.	rd. 12	2 Larven
14	42/69	4.—5. 8.	6	3	„	II.	16. 8.	V.	22	6 Larven
15	42/76	15.—16. 8.	3	1	Jungraupe aus Freiland	II.	17. 8.	III.	> 120	0
16	42/76	15.—16. 8.	3	1	„	II.	22. 8.	IV.	sehr viele	0
17	42/76	15.—16. 8.	3	1	„	II.	22. 8.	IV.	„	0
18	42/76	15.—16. 8.	3	1	„	II.	22. 8.	IV.	„	0
19	42/76	15.—16. 8.	3	1	„	II	22. 8.	IV.	„	0
20	42/76	15.—16. 8	3	1	„	II.	22. 8.	IV.	„	0
21	42/77	16.—17. 8.	2	1	„	II.	23. 8.	IV.	0	0
22	42/46	13.—16. 7.	3	2	Freiland	III.—IV.	23. 7.	V.	44	0
23	42/46	13.—16. 7.	3	2	„	III.—IV.	23. 7.	V.	25	0
24	42/46	13.—16. 7.	3	2	„	III.—IV.	24. 7.	V.	36	0
25	42/46	13.—16. 7.	3	2	„	III.—IV.	24. 7.	V.	65	0
26	42/46	13.—16. 7.	3	2	„	III.—IV.	25. 7.	V.	28	0
27	42/46	13.—16 7.	3	2	„	III.—IV.	25. 7.	V.	0	0
28	42/46	13.—16. 7.	3	2	„	III.—IV.	26. 7.	V.	35	0
29	42/46	13.—16. 7.	3	2	„	III.—IV.	27. 7.	V.	36	0
30	42/46	13.—16. 7.	3	2	„	III.—IV.	28. 7.	V.	43	0
31	42/46	13.—16. 7.	3	2	„	III.—IV.	28. 7.	V.	33	0
32	42/46	13.—16. 7.	3	2	„	III.—IV.	29. 7.	V.	53	0
33	42/87	18.—20. 8	1	1	II. oder III. Stadium aus Freiland	III.—IV.	21. 8.	IV.	div.	0
34	42/87	18.—20. 8.	1	1	„	III.—IV.	21. 8.	IV.	„	0
35	42/87	18.—20. 8.	1	1	„	III.—IV.	30. 8.	V.	77	0
36	42/32	13.—19. 7.	3	2	Freiland	III.—V.	25. 7.	V.	38	0
37	42/85	25.—26. 8.	1	1	Zucht ex ovo	IV.	28. 8.	V.	rd. 20	0
38	42/85	25.—26. 8.	1	1	„	IV.	31. 8.	V.	viele	0
39	42/38	10.—13. 7.	3	2	Freiland	IV.—V.	29. 7.	V.	? 4	0
40	42/116	1.—2. 9.	11	1	Zucht ex ovo	IV.—V.	4. 9.	V.	11	0

[1]) II. Stad. < 12 Stunden. — [2]) II. Stad. 2—3 Tage. — [3]) II. Stad. 2—3 Tage. [4]) II. Stad. 2—3 Tage. — [5]) II. Stad. < 12 Stunden. — [6]) III. Stad. 1 Tag.

gehäutet hatten, dann aber nach und nach mit Ausnahme von dreien, von denen 2 am 28. Juli zum zweitenmal gehäutet hatten, ohne sogleich ersichtliche Ursache eingegangen waren. Am 28. Juli 7.30 Uhr sah ich ein Weibchen sich mit dem letzten Zweitstadium beschäftigen. Von Zeit zu Zeit klappte es dabei in der für Ichneumoniden typischen Weise den Legestachel ventralwärts aus und setzte ihn mal hier, mal dort auf die Raupe auf. Es machte dabei auch wohl Einstiche, wechselte aber immer in Sekundenschnelle den Platz, um schließlich von der Raupe ganz abzulassen, obgleich diese während der ganzen Zeit keine Abwehrbewegungen gemacht hatte. Ich hatte den Eindruck, daß die Wespe das Objekt ungeeignet fand. Sie hat während der Beobachtungszeit schwerlich Eier abgesetzt. Ebenso wie bei vielen anderen Ichneumoniden bildet wahrscheinlich auch bei *Mesochorus pectoralis* Ratz. ein mehrsekundiges Verweilen des Legestachels im Wirt die Voraussetzung für einen erfolgreichen Legeakt. In dieser Auffassung wurde ich durch spätere Beobachtungen über die Art der Beziehungen der *Mesochorus-* zur *Apanteles-*Brut in den Raupen bestärkt (s. u.).

Nach der Wiederisolierung wurden die Raupen zum Teil früher oder später getötet und seziert, zum Teil zur Reife aufgezogen.

Der Befund bei den zur Sektion gekommenen Raupen ist in Tabelle 3 niedergelegt. Er besagt, daß von 40 Raupen 38 Individuen *Apanteles*-Brut, und zwar mit vielleicht einer Ausnahme (lfde. Nr. 8) mindestens 6 sehr viele bis über 120 solche Parasiten enthielten. In nur 6 Raupen (laufende Nr. 6, 8, 9, 10, 13, 14) fand sich aber *Mesochorus*-Brut. Ich hatte diese ebenso wie die *Apanteles*-Larven frei in der Leibeshöhle der Raupen flottierend erwartet, sah sie aber zu meiner Überraschung mit Ausnahme von wenigen Stücken, die wahrscheinlich erst infolge Verletzung der *Apanteles*-Larven bei der Sektion freigeworden waren, in deren Körper eingebettet. Sie lagen in diesem frei zwischen den Organen. Die Situation entsprach also der der *Apanteles*-Larven in den *Pieris*-Raupen. Die Größenverhältnisse zwischen Wirt, Parasit und Hyperparasit sind aus Abb. 2 ersichtlich. Die nachstehende Tabelle 4 gibt sie in Zahlen wieder. Das *Mesochorus*-Ei ist mit 0,14—0,145 mm Länge und 0,017—0,03 mm Durchmesser im

Tabelle 4

	Mesochorus		*Apanteles glomeratus*	Raupen von *Pieris brassicae*			
	Ei	Junglarve	Junglarve	2. Stadium	3. Stadium	4. Stadium	5. Stadium
Länge in mm	0,14–0,145	$<$ 0,45	0,6	4—9	10–13	14,0–20,5	21,0–35,0
Durchmesser in mm. .	0,017–0,03	rd. 0,06	0,12	0,8–1,03	1,4–1,9	2,1–2,5	3,0–5,0

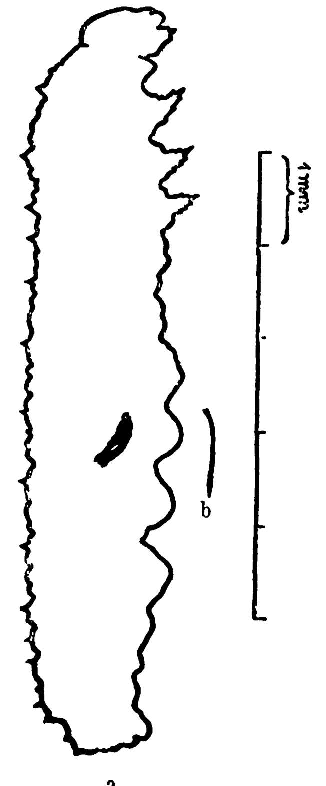


Abb. 2. Raupe von *Pieris brassicae* L. (2. Stadium kurz vor der Häutung) mit einer *Apanteles*-Larve (schwarz) und in dieser einem Ei (weiß) von *Mesochorus pectoralis* Ratz. Daneben b) der Legestachel von *Mesochorus pectoralis* Ratz. in gleichem Maßstab. — Original

Vergleich zu der 0,6 mm langen und rund 0,1 mm dicken *Apanteles*-Junglarve also verhältnismäßig groß. Diese selbst ist im Vergleich zur Raupe aber nur sehr klein. Es wäre schon eine schwierige Aufgabe, in eine außerhalb des Wirts befindliche *Apanteles*-Larve ein *Mesochorus*-Ei ohne gefährliche Beschädigung mit einem vergleichsweise so mächtigen Instrument zu versenken, wie es der reichlich 1 mm lange Legestachel der Ichneumonide (siehe Abb. 2 bei b) darstellt. Wenn man aber bedenkt, daß das Weibchen mit diesem die in der Leibeshöhle der Raupe frei flottierende *Apanteles*-Larve, die ihrerseits im Vergleich zu dem Stachel winzig ist, aufsuchen und in sie ihr Ei versenken muß, so ist die Leistung schlechthin erstaunlich. Es ist kaum begreiflich, daß das Tier mit seinem starren Chitinstab nicht nur das Opfer in der Raupe ertastet, sondern darüber hinaus in dieses das Ei ablegt, ohne vorbei oder durch die Larve hindurchzustechen. Fehlanstiche, d. h. Vorbeibelegungen scheinen kaum vorzukommen Wenn frei in Raupen *Mesochorus*-Eier gefunden wurden, so waren regelmäßig auch geschwärzte, augenscheinlich bei der Sektion verletzte *Apanteles*-Larven vorhanden, so daß die Parasiteneier zusammen mit sonstigem Leibesinhalt des Wirts herausquellen konnten. Der Spitzenteil des Legestachels trägt in Gestalt von Grubenkegeln Tastorgane. Es ist anzunehmen, daß die Wespe mit deren Hilfe die Lage des Wirts in der Raupe eruiert. Die Empfindlichkeit dieser Sinnesorgane muß außerordentlich sein.

Von *Mesochorus* besiedelt waren solche Kohlweißlingsraupen, die nur auf dem 2. (Tabelle 3, laufende Nr. 13 und 14) oder auch auf dem 1. (laufende Nr. 6 und 8) bzw. auf dem 1., 2. und 3. Stadium (laufende Nr. 9 und 10) mit den Wespen zusammen waren. In Raupen, die nur auf dem 1. oder auf dem 3., 4. oder 5. Stadium im *Mesochorus*-Zwinger weilten, waren die *Apanteles*-Larven befallfrei. Auch enthielten die *Apanteles*-freien Raupen (laufende Nr. 21 und 27) keine *Mesochorus*-Eier oder -Larven.

Gleichsinnig lagen die Befunde bei solchen Raupen, die bis zur Verpuppungsreife bzw. bis zum Auswandern der *Apanteles*-Larven und weiter

bis zum Schlüpfen dieser Wespen und derer Parasiten lebend erhalten wurden. Im einzelnen sind die Ergebnisse in Tabelle 5 aufgeführt. Wieder lieferten nur solche Kulturen *Mesochorus*-Brut, bei denen die Wespen mit Raupen zusammen waren, die zu der Zeit dauernd (laufende Nr. 8) oder wenigstens zeitweilig (laufende Nr. 11) auf dem 2. Stadium standen. In allen übrigen Fällen kamen später keine Ichneumoniden zum Schlüpfen. Nicht apantelisierte Raupen (Tabelle 5, laufende Nr. 1, 4, 6, 10, 12, 15, 17, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 33, 36) erbrachten auch hier nie *Mesochorus*-Nachkommen, auch dann nicht, wenn sie auf dem 2. Stadium bei den Wespen weilten (laufende Nr. 4, 6, 10). Mehrere Kulturen verliefen aber auch dann negativ, wenn die Raupen apantelisiert und während des Zusammenseins mit *Mesochorus*-Wespen auf dem Zweitstadium waren (laufende Nr. 3, 5, 7, 9). Bei positivem Ausgang der Versuche schlüpften nur Männchen, in dem einen Fall (laufende Nr. 8) 7, in dem andern (laufende Nr. 11) 12. Die Weibchen waren also rein arrhenotok, ein weiterer Beweis, daß sie unbegattet geblieben waren. Sonstige Hyperparasiten wurden in diesen Kulturen, wie zu erwarten, nicht erbrütet.

Anders war das Bild in jener Beziehung, wenn die bei der Aufzucht *Mesochorus*-Vollkerfe liefernden Raupen nicht im Laboratorium aus dem Ei erbrütet, sondern als solche aus dem Freiland eingetragen waren. Die Befunde bringt Tabelle 2. Zusätzlich ist zu vermerken, daß aus solchen Raupen, die schon als Jungraupen eingezwingert wurden, keine *Mesochorus*-Wespen erbrütet werden konnten, auch dann nicht, wenn die Raupen apantelisiert waren. Bei dem im 4. Stadium ins Laboratorium gebrachten apantelisierten Material verlief die Aufzucht aber in einem Fall (Tabelle 2, laufende Nr. 1) positiv. Die 9 übrigen Kulturen betrafen schon beim Eintragen auf dem 5. Stadium stehende Raupen. Auch diese Befunde besagen also, daß die Raupen in jugendlichem Zustand, aber nicht vor der 1. Häutung mesochorisiert werden. In mindestens 4 von 10 Fällen kamen beide Geschlechter zum Schlüpfen, in zweien nur Männchen (laufende Nr. 5 und 10), in zwei weiteren nur Weibchen (laufende Nr. 6 nud 9.) Nicht apantelisierte Raupen lieferten wieder keine *Mesochorus*-Brut, aus apantelisierten schlüpften aber wiederholt außer *Mesochorus* auch noch andere Parasiten, in 7 Fällen nämlich (laufende Nr. 1—4, 7, 8 und 10) die kleine Chalcidide *Tetrastichus rapo* Walk., mehrmals außerdem Tachiniden, und zwar in einem Fall sicher (laufende Nr. 3), in anderen höchstwahrscheinlich (laufende Nr. 1 und 2) — die Determinierung erfolgte durch mich, die Nachkontrolle durch einen Spezialisten unterblieb — *Phryxe vulgaris* Fall., in einem anderen Fall (laufende Nr. 8) *Compsilura concinnata* Meig. Daß diese beiden Fliegenarten bei *Pieris brassicae* parasitieren, ist bekannt, ebenso daß *T. rapo* dort auf Kosten von *Apanteles glomeratus* lebt. Daß so große Schmarotzer wie die Tachinen aber neben *Apanteles*-Larven in Kohlweißlingsraupen heranwachsen können und sich dabei gegenseitig in der Entwicklung nicht stören, dürfte noch nicht beobachtet sein. Es

Tabelle 5

Zuchtergebnisse bei Raupen von *Pieris brassicae* L.

Laufende Nr.	Kulturzeichen	Einzwingerung von Wespen mit Raupen: Datum (1942)	*Mesochorus pector.* Ratz. ♂	*Mesochorus pector.* Ratz. ♀	*Pieris brassicae* L.: Herkunft der Raupen	*Pieris brassicae* L.: Stadium	Verpuppung von *Pieris*-Raupen: Datum	Verpuppung von *Pieris*-Raupen: Zahl
1	42/68	30. 7.–2. 8.	5	3	Zucht ex ovo	I.	17. 8.	1
2	42/68	30. 7.–2. 8.	5	3	„	I.	17. 8.	1
3	42/54	21.–26. 7.	6	3	„	I.–II.¹)	—	—
4	42/84	21.–22. 8.	1	1	„	I.–III.	4.–5. 9.	2
5	42/84	21.–22. 8.	1	1	„	I.–III.	—	—
6	42/66	22.–26 7. u. 29.–30. 7.	div.	div.	„	I.–II.²) u. IV.³)	9. 8.	1
7	42/79	2.–15. 8.	0	1	„	I.–V.	—	—
8	42/69	4.–5. 8.	6	3	„	II.	—	—
9	42/76	15.–16. 8.	3	1	Jungraupen aus Freiland	II.	—	—
10	42/77	16.–17 8.	2	1	„	II.	28.–30. 8.	66
11	42/70	5.–6. 8.	6	3	Zucht ex ovo	II.–III.⁴)	—	—
12	42/71	6.–7. 8.	5	3	„	III.	19. 8.	1
13	42/71	6.–7. 8.	5	3	„	III.	—	—
14	42/73	7.–8 8.	5	3	„	III.	—	—
15	42/80	22 8.	0	1	„	III	31. 8.–6. 9.	6
16	42/80	22. 8.	0	1	„	III.	—	—
17	42/89 A	26–27. 8.	1	1	„	III.	4.–6. 9.	26
18	42/74	8.–9. 8.	4	3	Junglarven aus Freiland	III.–IV.	—	—
19	42/87	18.–20. 8.	2	1	2. u. 3. Stad. aus Freiland	III.–IV.	—	—
20	42/97	22.–23. 8.	0	1	„	III.–IV.	31 8.–2. 9.	6
21	42/97	22–23 8.	0	1	„	III.–IV.	—	—
22	42/100	23.–25. 8.	1	1	„	III.–IV.	2. 9.	1
23	42/100	23.–25. 8.	1	1	„	III.–IV.	—	—
24	42/110	29.–30. 8.	0	1	„	III.–IV.	6.–7. 9.	7
25	42/110	29.–30. 8.	0	1	„	III.–IV.	—	—
26	42/46	13.–16. 7.	3	2	Freiland	III.–IV.	27.–29. 7.	5
27	42/95	22.–23. 8.	0	1	Zucht ex ovo	III.–IV.	—	—
28	42/32	13.–19. 7.	3	2	Freiland	III.–IV.	26.–27. 7.	3
29	42/32	13.–19. 7.	3	2	„	III.–IV.	—	—
30	42/66	30. 7.–1. 8.	zus. 8		Zucht ex ovo	IV.	9. 8.	1
31	42/85	25.–26. 8.	1	1	„	IV.	—	—
32	42/111	30.–31. 8	11	1	„	IV.	7.–12. 9.	7
33	42/115	31. 8.–1. 9.	11	1	„	IV.	7.–11. 9.	6
34	42/38	10.–13. 7.	3	2	Freiland	IV.–V.	—	—
55	42/38	10.–13. 7.	3	2	„	IV.–V.	—	—
36	42/116	1.–2. 9.	11	1	Zucht ex ovo	IV.–V.	7.–8. 9.	3
37	42/116	1.–2. 9.	11	1	„	IV.–V.	—	—
38	42/55	22.–25. 7.	div.	div.	„	I.–II.⁵)	7.–13. 8.	7
39	42/94	28.–29. 8.	0	1	„	III.–IV.	5.– 8. 9.	12
40	42/95	22.–23. 8.	3	1	„	III.–IV.	31. 8.– 1. 9.	5

¹) als II. Stad. längstens 12 h — ²) als II. Stad. ½ Tag. — ³) als IV. Stad. nach Entfernung der *Mesochorus*- wurden die Raupen am 26. 7. ½ Stunde mit *Apanteles*-

nach Einzwingerung mit *Mesochorus pectoralis* Ratz.

Auswandern von *Apanteles*-Larven		Schlüpfen von Vollkerfen				
		Apanteles glomeratus L.		*Mesochorus pectoralis* L.		
Datum	Zahl der Kokonhaufen (= apantelisisiert. Raup.	Datum	Zahl	Datum	♂	♀
—	—	—	—	—	0	0
16.—22. 8.	7	25. 8.—8. 12.	viele	—	0	0
8.—12. 8.	5	16.—21. 8.	"	—	0	0
—	—	—	—	—	0	0
30. 8.—2. 9.	19	6.—? 13. 9.	472	—	0	0
—	—	—	—	—	0	0
17.—19. 8.	4	24. 8.—29. 11.	52	—	0	0
18.—19. 8.	3	25. 8.—7. 12.	40	30. 8. + 31. 8. 1942 + 23. 1. 1943	5 + 1 + 1	0
27.—29. 8.	4	2. 9.—4. 11.	rd. 250	—	0	0
—	—	—	—	—	0	0
8. —9. 8.	4	26. 8.—12. 12.	viele	30. 8. 1943 + 4. 1. 1943	11 + 1	0
—	—	—	—	—	0	0
17.—18. 8.	3	24. 8.—11. 12.	46	—	0	0
17.—18. 8.	3	25. 8.—11. 12.	17	—	0	0
—	—	—	—	—	0	0
30. 8.	1	6.—8. 9.	10	—	0	0
—	—	—	—	—	0	0
17. 8.	2	25. 8.—19. 11.	6	—	0	0
28. 8.	2 (? 3)	3. 9.—30. 11.	184	—	0	0
—	—	—	—	—	0	0
30. 8.	1	6.—8. 9.	10	—	0	0
—	—	—	—	—	0	0
1.—2. 9.	9	6.—13. 9.	254	—	0	0
—	—	—	—	—	0	0
6. 9.	3	14.—16. 9.	114	—	0	0
—	—	—	—	—	0	0
?	2	Herbst 1942 bis 2. 3. 1943	43	—	0	0
—	—	—	—	—	0	0
29. 7.	3	4. 8. bis Mitte 11.	30	—	0	0
—	—	—	—	—	0	0
31. 8.— 1. 9.	4	6.— ? 8. 9.	104	—	0	0
—	—	—	—	—	0	0
—	—	—	—	—	0	0
15. 7.	1	ab 25. 7.	32	—	0	0
18. 7.	1	ab 28. 7.	24	—	0	0
—	—	—	—	—	0	0
6.—9. 9.	6	13.—19. 9.	137	—	0	0
8.—9. 8.	6	17. 8.—18. 11.	188	—	0	0
—	—	—	—	—	0	0
29. 8.	2	5.—10. 9.	35	—	0	0

2 Tage. — [4]) als II.—III. Stad. zus. rd. 24 h. — [5]) als I.—II. Stad. bis zum 26. 7. Erst Wespen zusammengebracht.

konnte für *Phr. vulgaris* mehrfach, und zwar nicht nur in den in Tabelle 2 mitgeteilten Fällen, sichergestellt und für *C. concinnata* zum mindesten wahrscheinlich gemacht werden. Von *Phr. vulgaris* haben wir insgesamt 4 Dutzend Fliegen aus Raupen von *P. brassicae* aufgezogen, oft außerdem in diesen beim Aufpräparieren Larven gefunden, die wir auf unsere Tachine glauben beziehen zu dürfen, und zwar vielfach mehr als 1 Individuum je Raupe. Solange nur 1 Larve von *Phr. vulgaris* neben *Apanteles*-Larven eine Raupe von *P. brassicae* bewohnt, bringen beide Schmarotzerarten es bis zum Vollkerf. Die Tachinenlarven wandern dann in der Regel oder immer erst einige Tage nach den *Apanteles*-Larven aus der Raupe aus (Tabelle 2, laufende Nr. 1—3). Beherbergte die Raupe aber außer *Apanteles*-Brut mehrere Tachinenlarven, so gingen die Braconiden kurz vor dem Reifen der Larven zugrunde, und nur die Dipteren kamen zum Auswandern und zur Weiterentwicklung. Solche Überbeanspruchung des Wirts mit schließlicher Vernichtung der Schlupfwespen ist keineswegs selten. Wir trafen in wahrscheinlich durchweg auch apantelisierten Raupen 7 mal je 1, 1 mal 2, 1 mal 4, 2 mal 5 und 1 mal 6 Tachinenlarven. Diese 6 Larven verwandelten sich nach dem Auswandern in normale Puparien, und 5 konnten die Entwicklung zum Vollkerf vollenden. Die Determination durch Herrn KARL ergab *Phryxe vulgaris* Fall. In der toten Raupe waren 46 tote *Apanteles*-Larven zurückgeblieben. Weit seltener begegnete uns *Compsilura concinnata* Meig. Eindeutig determiniert wurde die Tachine nur in 3 Fällen. Zweimal lieferte je eine Raupe nur eine Tachine dieser Art, in dem 3. Fall jedoch 7, und zwar 5 Männchen und 2 Weibchen (Tabelle 2, laufende Nr. 8). Die tachinisierten unterschieden sich von den nur apantelisierten Raupen dadurch, daß sie sofort nach dem Abwandern der Braconiden-Larven starben, während sie sonst noch bis zu einer Woche oder gar länger reizbar bleiben, und daß sie sich dann bald partiell schmutzig rot verfärbten. Der schnellere Tod erklärt sich, wie die Sektion lehrt, damit, daß die *Apanteles*-Larven wohl zur Hauptsache von dem Blut ihres Wirts zehren und im übrigen den Fettkörper nicht zur Entwicklung kommen lassen, während die Tachinen-Larven, die augenscheinlich erst nach dem Abwandern der *Apanteles*-Brut in das Stadium des Hauptnahrungsbedarfs geraten, auch andere, und zwar lebenswichtige Organe der Raupen zerstören. Bis zur Reife entwickelten sich die gleichzeitig apantelisierten und tachinisierten Raupen aber augenscheinlich ziemlich ungestört und nicht wesentlich langsamer als die gesunden. Sie spannen auch, ebenso wie die nur apantelisierten Individuen, noch den Seidenteppich als Unterlage für die Puppe, aber nicht mehr den Gürtelfaden für diese.

Ebenso wie *Mesochorus pectoralis* können beide Tachinenarten die *Pieris*-Raupen schon in jungen Stadien belegen, und zwar im vierten, vielleicht aber auch noch in früheren Stadien. Ob die Tachinen auch *M. pectoralis* in apantelisierten Raupen zur Entwicklung kommen lassen,

konnte nicht sichergestellt werden, da es in dem Material, aus dem sowohl *M. pectoralis* wie Raupenfliegen erzogen wurden, unentschieden blieb, ob die Ichneumoniden und die Tachinen aus denselben Raupenindividuen stammten. Es ist aber wahrscheinlich. Das gleiche gilt für die außerdem mesochorisierten und tetrastichisierten Raupen, in denen also 4 verschiedene Parasitenarten, davon zwei (*Mesochorus* und *Tetrastichus*) in eine dritte (*Apanteles*) eingeschachtelt, miteinander herangewachsen wären.

Wir ständen hier damit vor einer Kombination von „multiplem" (ESCHERICH 1942, S. 337) mit „indirektem Parasitismus" im Sinne von SMITH (1916, S. 477—486), dessen klare begriffliche Fassung und Benennung der vielfältigen Formen von Hyperparasitismus stärkere Einbürgerung verdient.

Mesochorus pectoralis Ratz. belegt *A. glomeratus* also schon in den Raupen und nimmt damit unter allen bislang von uns untersuchten Ichneumoniden, die in *Pieris brassicae* leben, eine Sonderstellung ein. Innerhalb der Gattung *Mesochorus* steht die hier behandelte Art aber keineswegs allein. SMITH (1916, S. 477—486) zitiert schon 1916 *M. pallipes* Brischke als Beispiel für "indirect parasitism", bei dem ein Insekt, hier der Schwammspinner, auf der Suche nach dem eigentlichen Wirt, hier *Apanteles fulvipes*, angegriffen wird, "upon which it itself is incapable of breeding". Er meint, da noch andere *Mesochorus*-Arten zu Lasten von *Apanteles* leben, hätten wahrscheinlich "many of them the same habit". Gleichsinnig urteilen GATENBY (1919, S. 387—416) in bezug auf *Mes. pallidus* Brischke in *Microgaster connexus* bei *Porthesia similis* und *Pieris brassicae* sowie VOUKASSOVITCH (1927, S. 170—172) in bezug auf *Mesochorus confusus* Holmgr. in *Angitia armillata* Grav. bei *Hyponomeuta malinellus*. Und neuerdings findet sich bei GYÖRFI (1941, S. 140) über *A. glomeratus* die Notiz: „Unter ihren Schmarotzern fand ich nur bei *Mesochorus gracilis* Brischke, daß er eine kranke Raupe ansticht, er sucht die *Apanteles*-Larven immer in ihren Wirten auf. Die anderen Hyperparasiten stechen immer die jungen Puppen, oder die sich verpuppenden, aber schon herausgekommenen *Apanteles*-Larven."

Aus unserem Material ergibt sich weiter, daß *Mesochorus pectoralis* Ratz. die *Pieris*-Raupen nur in deren Jugend, und zwar wahrscheinlich fast nur oder ausschließlich im 2. Stadium bestifteten. Es fragt sich, warum. Die Antwort kann nur in bezug auf das Verschontbleiben der Jungraupen mit Sicherheit gegeben werden. Die *Apanteles*-Larven schlüpfen, soweit wir feststellen konnten, erst, wenn die Kohlweißlingsraupen die 1. Häutung hinter sich haben. Die Jungraupen enthalten nur Eier und reifende Embryonen. Da *Mesochorus pectoralis* Ratz. aber nur die Larven bestiftet, findet er seinen Wirt erst in den Zweitstadien der Raupen im bestiftungsfähigen Zustand. Schwieriger ist zu erklären, daß die *Pieris*-Larven schon im 3. Stadium höchstens noch vereinzelt, im 4. und 5. Stadium aber gar nicht mehr belegt werden. Wenn es sich dabei nicht um eine infolge zu geringer Materialbasis gebliebenen Beobachtungslücke

handelt, bleibt wohl nur anzunehmen, daß die Wespen bei den älteren Raupen, weil sie zu dick — beim 4. Stadium 2,1—2,5 mm, bei den Altraupen 3,0—5,0 mm — sind, mit ihrem nur reichlich 1 mm langen Legestachel an die Braconidenlarven nicht mehr genügend herankommen (siehe Abb. 2) oder daß ihre Brut dann die Entwicklung nicht mehr rechtzeitig beenden kann.

Auffällig ist, daß in fast allen Fällen nur ein verhältnismäßig geringer Hundertsatz der *Apanteles*-Larven in den befallenen Raupen mit *Mesochorus*-Brut besetzt war. Nur ein Kokonhäufchen, das aus insgesamt 46 Individuen bestand, lieferte in einer Kultur, bei der die Raupen in Zuchtzylindern belegt waren, neben 16 Wespen von *A. glomeratus* 14 *Mesochorus*-Wespen. Die restlichen 16 Kokons erbrachten keine Vollkerfe. Hier betrug die Mesochorisierung also wohl an 50%. Meist war sie in meinen Kulturen geringer. Zum Teil dürfte das darauf beruhen, daß die Fortpflanzungskraft gefangener Wespen geringer ist als die freilebender Individuen. Es kommt aber wohl hinzu, daß der Legestachel der Wespe im Verhältnis zu den nur 4 bis 9 mm langen und 0,8—1,3 mm dicken Zweitstadien (s. Tab. 4) der *Pieris*-Raupen, wie schon gesagt, ein sehr großes Instrument ist. So häufige Einstiche, wie sie zur Belegung aller *Apanteles*-Larven in einer Raupe nötig wären, dürften diesen also gefährlich werden. Für die Richtigkeit dieser Überlegung spricht folgende Beobachtung. In einer Kultur, in der 3 *Mesochorus* Weibchen drei Tage bei Zimmertemperatur mit 16 Zweitstadien der Raupen zusammen waren, gingen diese im Unterschied zu ebenfalls apantelisierten, aber nicht mit *Mesochorus*-Wespen zusammengebrachten Raupen des gleichen Geleges mit einer Ausnahme ein, und zwar 14 noch vor der 2. Häutung. Bei dem letzten, am letzten Tag des Zusammenseins mit den Wespen noch lebenden Zweitstadium setzte eine Wespe wiederholt zum Legeakt an, führte diesen aber nicht zu Ende. Sie wechselte vielmehr, wie schon auf S. 449 ausgeführt, in nervöser Hast wiederholt die Anstichstelle, ohne den Legestachel im Wirtskörper zur Ruhe kommen zu lassen, und ließ von ihm schließlich ganz ab. Auch diese Raupe und ebenso die beiden, die es zum 3. Stadium brachten, erreichten übrigens später die Reife nicht. Die Sektion, die bei 7 eingegangenen Zweitstadien und bei den beiden Drittstadien durchgeführt wurde, bei der 3 Zweitstadien aber leider schon völlig und 2 ziemlich stark mazeriert waren, lieferte bei den Raupen mit noch deutbarem Besatz das in Tabelle 6 verzeichnete Bild. Es besagt, daß zwar mit Ausnahme des nur 1 *Apanteles*-Larve enthaltenden Zweitstadiums in keiner Raupe alle Wirtslarven belegt waren, daß die Parasitierung einer Raupe aber mit 15 *Mesochorus*-Eiern bei etwa 28 *Apanteles*-Larven über 50% lag und daß in einer 2. Raupe von etwa 30 Braconiden-Larven immerhin 7 oder 8 bestiftet waren. Der Befall der *Apanteles*-Larven je Raupe liegt, soweit meine Erfahrungen reichen nicht oft über 10% (Tab. 2, Nr. 1 und 2, Tab. 3, Nr. 6, 9, 13,

Tabelle 6. Stärke des Besatzes einzelner Raupen von *Pieris brassicae* L. mit Brut von *Mesochorus pectoralis* Ratz.

Stadium der Raupe von *P. brass.*	Besatz mit *Apanteles*-Brut	Besatz mit *Mesochorus*-Brut
II.	etwa 28	insgesamt 15 Eier
II.	? 6	? "
II.	1	1 "
II.	div.	? "
III.	etwa 30	9—10 Eier, davon 2 mal je 2 in 1 *Apanteles*-Larve
III.	? 5	mindestens 2 *Apanteles*-Larven mit je 1 Ei

14, Tab. 5, Nr. 8) und meist viel niedriger (vgl. auch S. 473). Man darf also wohl annehmen, daß die Raupen in der Kultur, über die in Tabelle 6 berichtet ist, das Opfer zu häufiger Anstiche geworden sind.

6. Jugendstadien

Das legereife Ei ist flaschenförmig (s. Abb. 3 a, b, c) und meist etwas gekrümmt. Es mißt in der Länge 0,14—0,145 mm, wovon 0,015 mm auf den Hals entfallen. Der Durchmesser beträgt an der dicksten Stelle 0,017—0,3 mm.

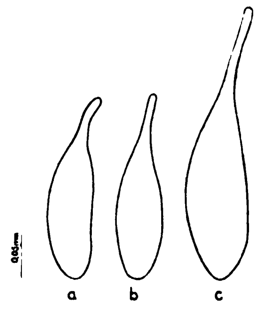


Abb. 3. Eier von *Mesochorus pectoralis* Ratz. aus dem Ovar bzw. Uterus des Weibchens in verschiedenen Stadien der Schwellung. — Original

Nach der Ablage, zuweilen auch schon im Uterus, schwellen die Eier beträchtlich an, so bei Abb. 3c, auf fast 0,2 mm Länge und 0,05 mm Dicke. Zunächst behalten sie dabei ihre ursprüngliche, elegante Form. In Abb. 4 ist diese z. B. bei dem auf 0,175 mm Länge herangewachsenen Ei in der *Apanteles*-Larve noch unverändert. Dann aber nimmt der Durchmesser auf Kosten der Länge allmählich zu, wobei der Flaschenhals sich mehr und mehr verkürzt (siehe Abb. 5a) und schließlich ganz verstreicht, sofern das Reststück nicht, wie es mir in einigen Fällen schien, schrumpft und umgeschlagen wird (siehe Abb. 5b). Schließlich bildet das Ei im Umriß ein regelmäßiges Oval von 0,17—0,19 mm Länge und 0,09—0,12 mm Durchmesser (siehe Abb. 6 u. 7). Die Embryonalentwicklung ist inzwischen weit vorgeschritten. Die Körpersegmente sind auch im Leben erkennbar, ohne daß das Ei dazu aus der *Apanteles*-Larve herauspräpariert zu werden braucht. Das Hinterende ist ventralwärts eingeschlagen (siehe Abb. 7). Einmal (siehe Abb. 5b) schien es mir, daß es dabei den ebenfalls bauchwärts geneigten Kopf berührt, doch kann der Eindruck getäuscht haben.

Innerhalb längstens einer Woche, wahrscheinlich schon nach 4 bis 5 Tagen, ist die Embryonalentwicklung beendet. In Zweitstadien der Raupen fand ich zwar noch keine *Mesochorus*-Larven, in einer eben zum

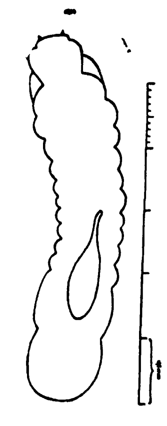


Abb. 4. Larve von *Apanteles glomeratus* L. mit einem Ei von *Mesochorus pectoralis* Ratz. aus einer Raupe von *Pieris brassicae* L. im 2. Stadium. Original

3. Stadium gehäuteten Raupe stand der Embryo aber augenscheinlich kurz vor dem Schlüpfen, und in einer am 4. August 1942 auf dem 2. Stadium belegten Raupe, die inzwischen zum Viertstadium herangewachsen war, fand ich am 11. August 2 schon 0,45 und 0,58 mm lange Larven, von denen eine in der schon eine Schwanzblase besitzenden, also älteren *Apanteles*-Larve in ihren Konturen in Abb. 8 festgehalten ist. Die *Mesochorus*-Larven nehmen im Wirt meist eine S-förmig gekrümmte Haltung ein und sind ausgesprochen schlank, vor allem in den jungen Stadien, viel schlanker als die *Apanteles*-Larven, bieten aber vor anderen Ichneumoniden-Larven aus dem gleichen Verwandtschaftskreis kaum Besonderheiten. Die Larve ähnelt also der von *Mesochorus vittator* (Zett.) Holmgr., die SEURAT (1899, S. 88—95) als Abb. 13 in 2 Stadien wiedergegeben hat. Das Schwanzende war allerdings bei den Larven, die mir zu Gesicht kamen, nie so schlank und spitz ausgezogen wie bei der Junglarve von *M. vittator*. Vielleicht sind mir frisch geschlüpfte Larven unserer *Mesochorus*-Art nicht begegnet.

Schon die jungen Larven führen im Wirt Bewegungen, z. B. ein Beugen und Wiederanheben des Kopfes aus, eine Erscheinung, die sich bei ihnen auch in der lebenden *Apanteles*-Larve beobachten läßt. Sie liegen in der Regel in der hinteren Körperhälfte des Wirts und wachsen dort in wenigen Tagen bis auf das Doppelte der ursprünglichen Länge heran. So enthielten sechs am 4. August belegte *Apanteles*-Larven aus der gleichen Kultur wie die oben genannte, am 11. August präparierte Raupe je eine *Mesochorus*-Larve von 1,2—1,3 mm Länge. Die Tiere hatten also in 5 Tagen die Körperlänge mindestens verdoppelt, während die Raupe inzwischen das 5. Stadium erreicht hatte. Später aber scheint sich die Entwicklung zu verlangsamen oder fast stillzustehen, um erst wieder ein schnelleres Tempo anzunehmen, nachdem die *Apanteles*-Larven ausgewandert sind und ihren Kokon gesponnen haben.

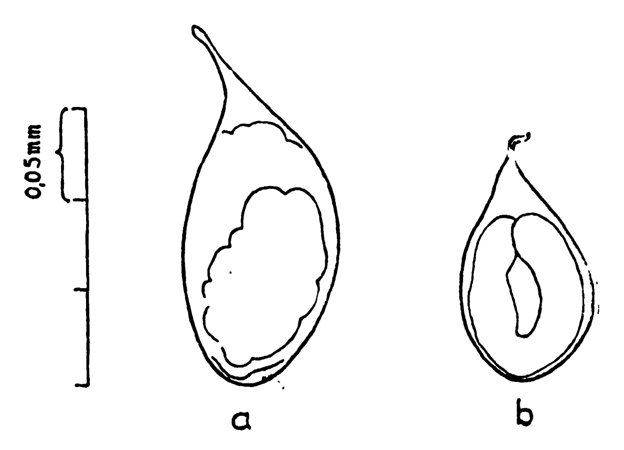


Abb. 5. *Mesochorus pectoralis* Ratz. Zwei Embryonen mit ihren Eihüllen aus je einer Larve von *Apanteles glomeratus* L., die vor höchstens 7 Tagen in einer jetzt auf dem 3. Stadium stehenden Raupe von *Pieris brassicae* belegt wurde. (? Eier durch Deckglasdruck etwas gequetscht). — Original

Ausgewachsene Larven sind mir unbekannt geblieben, ebenso die Puppen.

Die *Apanteles*-Larven werden durch ihre Parasiten zunächst kaum beeinflußt. Sie bewegen sich normal, bringen etwa dann, wenn die

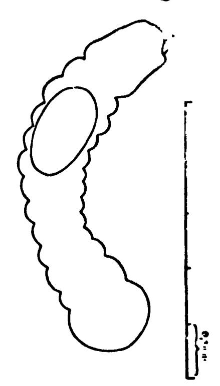


Abb. 6. Larve von *Apanteles glomeratus* L. mit einem Ei von *Mesochorus pectoralis* Ratz. aus einer Raupe von *Pieris brassicae* L. im 3. Stadium (höchstens 7 Tage nach der Belegung). — Original

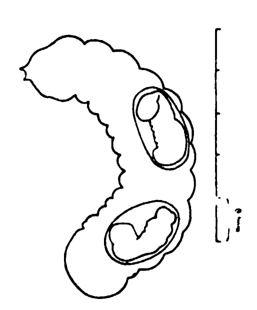


Abb. 7. Larve von *Apanteles glomeratus* L. mit 2 Embryonen von *Mesochorus pectoralis* Ratz. aus einer Raupe von *Pieris brassicae* L. im 3. Stadium (höchstens 7 Tage nach der Belegung). — Original

Mesochorus-Junglarven das Ei verlassen, die zur Zeit der Bestiftung zum mindesten in Raupen des 2. Stadiums noch kaum angedeutete (siehe Abb. 4), für sie später so charakteristische Schwanzblase (siehe Abb. 8) zur Entwicklung, wachsen heran, verlassen die Kohlweißlingsraupe zur gleichen Zeit wie die unbefallenen Individuen und spinnen auch in normaler Weise ihre Kokons. Der Befall wird erst beim Schlüpfen der *Mesochorus*-Wespe augenfällig.

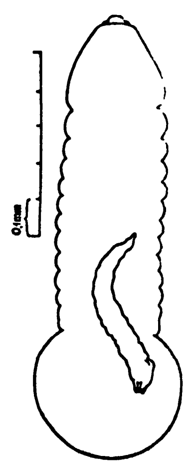
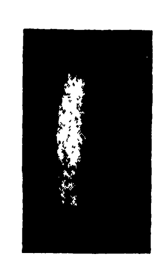
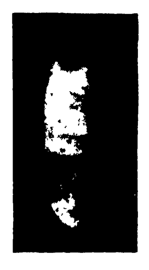
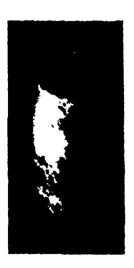


Abb. 8. Larve von *Apanteles glomeratus* L. mit Larve von *Mesochorus pectoralis* Ratz. aus einer Raupe von *Pieris brassicae* L. im 4. Stadium (7 Tage nach der Belegung). — Original

Das Schlüpfloch liegt wie bei allen mir bekannten bei *Apanteles* parasitierenden Ichneumoniden mehr oder minder subpolar oder polar am Wirts-Kokon. Von 20 Schlupflöchern, die näher untersucht wurden, lagen 12 schwach (Abb. 9c), 23 stark (Abb. 9d) bis sehr stark (Abb. 10) subpolar, während bei 3 das Polende gar nicht (Abb. 9a) oder kaum (Abb. 9b) abgeschrägt war. Sie unterscheiden sich vom Schlüpfloch der *Apanteles*-Wespen erheblich. Während die Braconide von ihrem Kokon einen kleinen, vorgebildeten Deckel — man kann diesen, wie auch Faure (1926, S. 41) vermerkt, mit einer Nadel leicht zum Abplatzen bringen — mit glattem Rand sauber absprengt (Abb. 11), muß die Ichneumonide, die den Mecha-

a b c d

Abb. 9. Kokons von *Apanteles glomeratus* L. aus *Pieris brassicae* L. a) mit polarem, b) kaum abgeschrägt polarem, c) schwach und d) stark subpolarem Schlüpfloch von *Mesochorus pectoralis* Ratz. Vergr. 6mal. — Original

nismus der Loslösung des Tönnchendeckels augenscheinlich nicht zu bedienen weiß, sich durch Knabbern einer Öffnung den Ausgang aus dem Behälter bahnen. Ihr Schlüpfloch ist etwas kleiner als das von *Apanteles*, und die Ränder sind nicht glatt, sondern etwas gezackt. Einzelne Stücke der zerstörten Kokonpartien finden sich später als schmale Späne in der Nachbarschaft des Ausgangs. In der Regel kommt je Wirt nur eine *Mesochorus*-Wespe zur Entwicklung. Wenn eine *Apanteles*-Larve ausnahmsweise (siehe Tabelle 6) mit 2 Eiern belegt wird, treten zwar beide, wie Abb. 7 belegt, in die Embryonalentwicklung ein, 2 Larven je Wirt fand ich aber nicht. Auch sah ich nie 2 Vollkerfe einen Wirtskokon verlassen. Da die *Mesochorus*-Wespen in der Größe stark schwanken (Körperlänge 2,8—4,5 mm; siehe die Beschreibung auf S. 434), ist es aber wohl nicht ausgeschlossen, daß es gelegentlich 2 Wespen in einem *Apanteles* Individuum zur vollen Reife bringen.

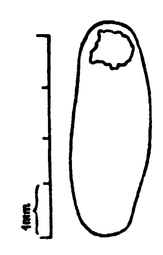


Abb. 10. Kokon von *Apanteles glomeratus* L., bei dem das Schlüpfloch von *Mesochorus pectoralis* Ratz. besonders stark subpolar verschoben ist. — Original

Die Entwicklungsdauer vom Ei bis zur Reife des Vollkerfs kommt bei *Mesochorus* der von *Apanteles* ungefähr gleich. Aus Kokonhäufchen mit mesochorisierten Individuen schlüpfen diese, meinen Unterlagen nach, (vgl. Tabelle 7) in der Regel frühestens einige Tage (laufende Nr. 1, 3, 4, 9, 12, 15, 23, 25, 27, 28, 30) und meistens etwa 1—2 Wochen (laufende Nr. 2, 5, 10, 11, 13, 18, 20, 21, 24, 26, 29, 31) später als die ersten *Apanteles*-Wespen. Die scheinbaren Ausnahmen beruhen darauf, daß entweder erstens das Kokonmaterial erst nach Schlüpfbeginn der Insassen (Tabelle 7 laufende Nr. 6—8, 16, 17, 19) eingetragen und daß dann aus diesem Grunde oder zweitens auch, bzw. nur, infolge starker Hyperparasitierung (laufende Nr. 10) durch andere Hymenopteren (vgl. Tabelle 9a, Nr. 11) oder schließlich drittens wegen Überführung der Kultur im Herbst und Winter in das ungeheizte Labor (Tab. 7, Nr. 14, 22) nach dem Schlüpfen der ersten lediglich noch vereinzelte *Apanteles*-Wespen zeitig oder überhaupt zur Reife kamen. *Mesochorus pectoralis* Ratz. verläßt den Wirt also normaler-

weise nur etwa so viel später, wie die Parasitierung seines Wirts nach der Belegung der *Pieris*-Raupe durch *Apanteles* erfolgt ist. Die Gesamtentwicklungsdauer einschließlich der Embryogenese beträgt demnach im Sommer bei *M. pectoralis* ebenso wie bei *A. glomeratus* (Faure 1926, S. 48) wohl reichlich 3—4 und im Frühling etwa 6—7 Wochen.

Ebenso wie ein Teil der *Apanteles*-Wespen erscheinen aus gleichzeitig abgelegten Eiern einige *Mesochorus*-Individuen aber erst viel später als das Gros und noch viel später als die ersten Braconiden, besonders bei Kühlhaltung. So lieferten *Apanteles*-Kokons, die aus am 5. oder 6. August 1942 im 2. Stadium belegten Raupen von *Pieris brassicae* gewonnen waren, in einer Kultur (Tabelle 7 laufende Nr. 23) schon am 30. August 1942, d. h. 4 Tage nach dem Schlüpfen der ersten Braconiden, 11 *Mesochorus*-Männchen, ein weiteres aber erst am 4. oder 5. Januar 1943, nachdem die bis dahin im warmen Zimmer verbliebenen Kokons vom 20. Dezember 22 Uhr bis 21. Dezember 8.30 Uhr und nochmals vom 25. bis 29. Dezember bei bis —7° ins Freiland gestellt, also einem kurzen „Winter" ausgesetzt waren. Entsprechend erschienen in einer anderen Kultur (Tabelle 7 laufende Nr. 30) aus *Apanteles*-Kokons, die aus 3 im 2. Stadium von *Mesochorus* bestifteten Raupen stammten, 5 Tage nach den ersten Braconiden 6 *Mesochorus*-Männchen am 30. oder 31. August, ein weiteres aber erst nach Einschaltung eines kurzen „Winters" im Dezember (siehe oben) am 23. Januar 1943.



Abb. 11. Kokon von *Apanteles glomeratus* L. mit von diesem abgesprengten Deckel. Vergr. 6 mal. — Original

Ebenso wie bei *A. glomeratus* verfällt ein Teil der Individuen sogar bei warmem Wetter in vita minima. Bei Material, das in der 1. Raupengeneration von *P. brassicae* herangewachsen war, waren allerdings keine sonderlich ausgedehnten Latenzzeiten zu beobachten. Immerhin war auch hier die Schlüpfperiode zuweilen wesentlich länger als die, in der die Raupen belegt sein konnten, sie erstreckte sich aber längstens über 2—3 Monate. So erschienen aus *Apanteles*-Brut, die aus 12 im 4. Stadium eingetragenen Raupen von *P. brassicae* in Pech bei Godesberg stammte (siehe Tabelle 2, laufende Nr. 1) und aus diesen vom 22.—? 26. Juni ausgewandert war, reichlich 1 Dutzend *Mesochorus*-Wespen in der 1. Juliwoche, weitere 8 bis zum 8. Juli, obgleich die Kultur dann bei 15½ bis 16° in einem halbdunklen Keller gestanden hatte, und in der Folge nach Wiederverbringen der Kokons (17. Juli) ins warme Labor (18—20°) am 29. Juli 1 ♀, am 1. August 2 ♂♂, am 2. August 2 ♂♂, am 15. August 1 ♂, am 13. September 1 ♂ und als letztes am 21. September 1 ♀. Die Schlüpfzeit von *Apanteles glomeratus* erstreckte sich in der gleichen Kultur vom 2. Juli bis zum 21. September, also etwa über denselben Zeitraum.

Im Spätsommer oder gar erst im Herbst abgesetzte Brut überwintert bei *Mesochorus* ebenso wie der Wirt meist im Kokon. Die Vollkerfe erscheinen dann bei Haltung im Labor in der Mehrzahl noch im Laufe

Tabelle 7. Entwicklungsdauer nebst Schlüpfdaten von

Lfde. Nr.	Kultur-zeichen	*Apanteles glomeratus* L.		
		Belegung durch *Mesochorus*	Auswandern der Larven aus der Raupe	Schlüpfen der Vollkerfe
1	G 1004	?	?	28. 1.—3. 4. 1932
2	G 1068	?	?	14. 4.—22. 6. 1932
3	G 1178	?	?	11. 9.—1. 12. 1932 u. 16. 5. 1933
4	G 959	?	?	7. 10. 1931—28. 2. 1932
5	G 962	?	?	17. 10. 1931—12. 3. 1932
6	G 1023	?	?	7. 2.—30. 3. 1932
7	G 1026	?	?	15. 2.—27. 7. 1932
8	G 994	?	Herbst 1931	26. 5.—31. 8. 1932
9	42/151	?	?	2.—6. 10. 1942 u. 28.—29. 4. 1943
10	42/167	?	?	19.—26. 10. 1942 u 4. 1.—13. 3. 1943
11	42/181	?	?	22 —30. 9. 1942
12	42/202	?	?	7. 12. 1942
13	42/226 B	?	?	16. 11.—4. 12. 1942 u. 12.—24. 4. 1943
14	42/251	?	10.—21. 9. 1942	22. 9.—20. 12. 1942
15	G 954	?	?	24. 9.—2. 10. 1931 u. 14. 1. bis 1. 6. 1932
16	G 991	?	Herbst 1931	1. 6.—13. 7. 1932
17	G 997	?	Herbst 1931	1. 6.—14. 9. 1932
18	G 998	?	?	28.—29. 11. 1931 u. 21. 12. 1931—27. 7. 1932
19	G 1001	?	?	8. 1.—23. 3. 1932
20	42/133	?	?	15. 9. 1942—4. 3. 1943
21	42/134	?	?	15. 9.—9. 12. 1942 u. 31. 3.—15. 5. 1943
22	42/145 B	?	?	2.—5. 10. 1942 u. 10.—29. 4. 1943
23	42/70	5.—6. 8. 1942	19.—20. 8. 1942	26. 8.—12. 12. 1942
24	42/42	?	vor 10. 7. 1942	ab 14. 7. 1942
25	42/45	?	ab 15. 7. 1942	27. 7.—30. 7. 1942
26	42/35	?	ab 10. 7. 1942	ab 22. 7. 1942
27	42/21	?	25. 6.—1. 7. 1942	ab 4. 7. 1942
28	42/13	?	22.—27. 6. 1942	ab 1. 7.—21. 9. 1942
29	42/10	?	ab 18. 6. 1942	29. 6.—4. 7. u. 21. 8. bis 13. 9. 1942
30	42/69	4.—5. 8. 1942	18.—19. 8. 1942	25. 8.—7. 12. 1942
31	G 962	?	24. 9.—8. 10. 1931	17. 10. 1931—20. 4 1932

[1]) Die Kultur stand vom 10. 9.—21. 11. 1942 im ungeheizten Labor.

Apanteles glomeratus L. und *Mesochorus pectoralis* Ratz.

Mesochorus pectoralis Ratz.

Schlüpfen der Vollkerfe			Entwicklungsdauer nach d. Auswandern der *Apanteles*-Larven in Tagen (h. = höchstens, m. = mindestens)	Erscheinen der ersten *Mesochorus*- nach dem Schlüpfen der ersten *Apanteles*-Vollkerfe in Tagen (h = höchstens)
Datum	Zahl der Individuen			
	♂	♀		
1.—2. 2. 1932	—	1	?	4
21.—28. 4. 1932	—	1	?	7
14.—27. 9. 1932	3	2	?	3
7.—9. 10. 1931	—	3	?	0
31. 10. 1931—9. 2. 1932	4	3	?	14
1.—2. 2. 1932	1	—	?	—
5.—6. 2. 1932	1	—	?	—
8.—14. 5. 1932	2	—	?	—
6. 10. 1942 u. 31. 3 bis 1. 4. 1943	1	1	?	4
4. 11. 1942	1	—	?	16
1. 10. 1942	—	2	21	10
10. 12. 1942	—	1	?	3
24. 11. 1942	—	1	?	8
14.—24. 12. 1942	3	—	m. 95, h. 105	83[1]
28. 9.—18. 12. 1931	2	3	?	4
18. u. 25. 5. 1932	—	2	?	—
11. 5.—1. 6. 1932	2	6	?	—
14.—20. 12. 1931 u. 7. 4. bis 18. 5. 1932	11	4	?	16
23.—24. 12. 1931	—	1	?	—
25.—29. 9. 1942	1	2	?	10
27. 9. 1942	1	—	?	12
13.—14. 3. 1943	2	—	?	162
30. 8. 1942—4. (5.) 1. 1943	12	—	m. 10, h. 132	4
31. 7. 1942	Sa. 2		> 21	17
1. 8. 1942	1	—	h. 16	4
1. 8. 1942	—	2	h. 21	10
8. 7. 1942	3	—	m. 7, h. 13	4
zwischen 1. u. 7. 7. 1942	etwa 12		m. 4, h. 15	h. 6
zwischen 29. 6. u. 5. 7. 1942	18	4	m. 11, h. 17	h. 7
30.—31. 8. 1942 u. 23. 1. 1943	7	—	m. 11, h. 95	5
31. 10.—3. 11. 1931	4	1	m. 23, h. 41	14

Tabelle 8. Schlüpfdaten von *Mesochorus pectoralis* Ratz.

Lfd. Nr.	Kulturzeichen	Herkunft der *Apanteles*-Kokons: Ort	Herkunft der *Apanteles*-Kokons: Zeit	Standort der Kultur	Schlüpfen der Vollkerfe von *Mesochorus*
1	42/201 B	Bei Kaiserslautern	Mitte Okt. 42	Labor. Bonn	17. 11. 42: 1 ♂
2	42/202	Kagran bei Wien	Mitte Okt. 42	Labor. Godesberg	10. 12. 42: 1 ♀
3	42/251	Kehlberg i. d. Eifel	9. 9. 42[3])	Labor. Godesberg	14., 19. u. 24. 12. 42 je 1 ♂
4	G 998 (einschl. G 1006)	Einfeld i. Holstein[1])	27. 11. 31	Labor. Kitzeberg bei Kiel	14., 15., 16., 17., 19. u 20. 12. 31 je 1 ♂, 28. 12. 31 2 ♂, 5. 1. 32 6 ♂, 15., 16., 25. u. 30. 12. 31 je 1 ♀, 18. 12. 31 u. 5. 1. 32 je 2 ♀
5	G 1001	Burg auf Fehmarn	30. 11. 31	Labor. Kitzeberg	23. oder 24. 12. 31: 1 ♀
6	G 1023	Aachen[2])	9. 1. 32	Labor. Kitzeberg	1. oder 2. 2. 33: 1 ♂
7	G 1026	Plieningen i. Württ.	21. 1. 32	je ½ Labor. u. Freiland Kitzeberg	5. oder 6. 2. 33: 1 ♂
8	G 991	Neumünster i. Holst.	13. 11. 31	Labor. Kitzeberg bei Kiel	15. 5. 1 ♀, 25. 5. 32 ? 1 ♀,
9	G 1003	Einfeld i. Holstein[1])	27. 11. 31	Bis 2. 12. 31 Labor, dann Freiland	7.–14. 4. u. 12. bis 14. 5. 32 je 3 ♂, 15.—18. 5 2 ♂
10	G 997	Ohlsdorf b. Hamburg	24. 11. 31	Freiland Kitzeberg bei Kiel	18. u. 25. 5 32 je 1 ♂, 11. 5. 3 ♀, 18. 5. 2 ♀, 1. 6. 1 ♀
11	42/145 B	Altenkirchen im Westerwald	29. 9. 42	Labor. Godesberg	22. 11. 42 u. 13 bis 14. 3. 43 1 ♂
12	G 954	Riekling i. Holstein	19. 9. 31	Labor. Kitzeberg bei Kiel	24., 30. 10. u. 19. bis 20. 12. 31 je 1 ♂, 28. 9. 31 ? 1 ♀ 29. 9. 31 2 ♀
13	G 1008	Juditten b Königsberg in Ostpreußen[4])	19. 12. 31	Ebenda	8.—9. 1. 32 1 ♂
14	G 1178	Harburg a. d. Elbe	10. 9. 32	Labor. Harburg ab 20. 9. Labor. Kitzeberg	14.—15., 16.—17. u. 18.—19. 9. 32 je 1 ♂, 26.–27. 9. 32 2 ♀
15	G 994	Harburg a. d. Elbe	26. 11. 31	Freiland Kitzeberg bei Kiel	8.—11. u. 12.—14. 5. 32 je 1 ♂
16	G 1068	Provinz Sachsen (Halle, Diemitz oder Zscherben)[5])	15. 3. bis 8. 4. 32	Labor. Kitzeberg, ab 20. 4. Freiland Kitzeberg	21.—28. 4. 32 1 ♀

[1]) Herr G. WAACK, Kitzeberg leg.
[2]) Herr Dr. W. SUBKLEW, Bonn leg.
[3]) 13 Altraupen von *P. brassicae*, die am 10.—21. September *Apanteles*-Brut entließen.
[4]) Herr Dr A. KÖRTING, Aschersleben leg.
[5]) Pflanzenschutzamt Halle leg.

des Herbst und Winters (Tabelle 8, laufende Nr. 1—7, 11—14) oder doch bis März (ebenda Nr. 22), selbst dann, wenn nicht geheizt wird. Im Freiland verlassen sie, nach eingezwingertem, unter Regenschutz gehaltenem Material zu urteilen, ihre Puppenzellen aber frühestens im April (Tab. 8 Nr. 16), meist wohl im Mai oder gar erst Anfang Juni, also recht spät (Tabelle 8, laufende Nr. 8, 10 u. 15).

Ob die Ruhezeit über mehr als eine Vegetationsperiode ausgedehnt werden kann, ist mir ebensowenig wie bei *Apanteles* bekannt. Daß Vollkerfe als solche lebend durch den Winter kommen, glaube ich nicht.

7. Zahl der Generationen

Aus dem Gesagten geht hervor, daß *Mesochorus pectoralis* Ratz. in der Entwicklungsdauer auf das beste auf *Apanteles glomeratus* zugepaßt ist. Bei beiden deckt sich auch wohl die Zahl der Generationen. Sie dürfte somit also bei der Ichneumonide in Deutschland 2, im wärmeren Westeuropa, z. B. in Südfrankreich, 3 und in den Mittelmeerländern, sofern *M. pectoralis* Ratz. dort überhaupt vorkommt, noch mehr betragen. Im Einklang damit erzogen wir sie bei reichsdeutschen Herkünften sowohl aus Raupen der 1. (vgl. Tabelle 2, laufende Nr. 1—7, Tab. 7 Nr. 24—29, Tab. 9b Nr. 1 u. 25) wie aus solchen der 2. Generation (alle übrigen).

8. Relativer Einfluß auf die Populationsdichte von *Apanteles glomeratus* L. und *Pieris brassicae* L. im Vergleich zu anderen Begrenzungsfaktoren des Massenwechsels

Zunächst einige allgemeine Bemerkungen über den Massenwechsel von *P. brassicae* und die ihn beherrschenden Faktoren! Ich habe sie zu analysieren gesucht, um zu ermitteln, ob eine Gradation prognostiziert werden kann. Das war naheliegend, weil einmal *P. brassicae* ein besonders leicht und fast immer zu beschaffendes Objekt darstellt, und weil andererseits die Gradationsverhältnisse von Feldfrucht- und Gartenschädlingen im Unterschied zu denen wichtiger Forstfeinde noch kaum untersucht sind.

Schon die bislang im Schrifttum vorliegenden Daten ließen vermuten, daß die Aufgabe nicht einfach zu lösen sein würde. Sie stellte sich aber als noch weit komplizierter heraus, als ich annahm. Vor allem ergab sich, daß die den Massenwechsel beherrschenden Faktoren nicht nur von Ort zu Ort, sondern ebensosehr in der Zeit, und zwar nicht nur von Jahr zu Jahr, sondern auch innerhalb eines Jahres außerordentlich stark wechseln. Die Wandlungen sind stärker und plötzlicher, als das bei Forstschädlingen der Fall zu sein scheint, obgleich auch hier die Verhältnisse, wie die soeben erschienene Monographie von Wellenstein (1942, 682 S.) und seinen Mitarbeitern über die Gradation der Nonne in der Rominter Heide in den Jahren 1933—1937 lehrt, verwickelter liegen, als bislang unterstellt wurde. Die Gradation von *P. brassicae* und wohl auch die der meisten anderen Feldfrucht- und Gartenschädlinge unterscheidet sich in ihren

Bedingtheiten vor allem dadurch von der der Forstinsekten, daß die sie beherrschenden Faktoren auf engem Raum schärfer kontrastieren als dort. Das hat zur Hauptsache seinen Grund in den andersartigen Vegetationsverhältnissen der Brutpflanzen. Während sich das Massenauftreten der Forstfeinde großenteils in den oft riesigen und über Jahrzehnte hin am gleichen Ort bleibenden Einheits- und Dauerbeständen unserer Wälder abspielt, wechselt der Bestand an Futterpflanzen bei Feldfruchtschädlingen meist auf kleiner Fläche und infolge des notwendigen Fruchtwechsels im Laufe der Jahre, ja, meist schon innerhalb eines Jahres stark. So lebt die 1. Generation des großen Kohlweißlings in den weitaus meisten Gebieten des Reiches an Wildpflanzen, vor allem an Hederich (*Raphanus raphanistrum*) und Ackersenf (*Sinapis arvensis*) in Getreidesommerung. Nur, oder doch fast nur, in den Randgebieten der Ostsee, also in Schleswig-Holstein, Mecklenburg usw., werden außerdem die Steckrüben (*Brassica napus* var. *napobrassica* L.) stark, ja, bei Massenauftreten der Raupen bis zum Kahlfraß geschädigt, außerdem Strandpflanzen wie *Cakile maritima* Scop. Die 2. Generation lebt aber überall in weitaus erster Linie an Kulturpflanzen, und zwar an Kohl und verwandten Gewächsen. Die Besiedlung der Unkräuter und auch der Befall an Kapuziner-Kresse (*Tropaeolum majus* L.) treten dahinter weit zurück. Im Unterschied zu den norddeutschen Steckrübenkulturen sind die Kohlbestände, vom Feldgemüsebau abgesehen, nur wenig ausgedehnt, vor allem solche in Gärten, die von dem Falter den Feldbeständen bei weitem vorgezogen werden, und überdies in bezug auf die Formen von *Brassica oleracea* sehr bunt zusammengesetzt sind. Parallel damit wechseln andere, den Massenwechsel beherrschende Faktoren nach Art und Intensität der Wirkung auf engstem Raum außerordentlich.

Das wirkt sich dahin aus, daß langfristige Prognosen nicht gestellt werden können. Es läßt sich höchstens aus der Stärke des Auftretens der 1. auf die voraussichtliche Häufigkeit der 2. und aus dieser auf die nächstjährige 1. Generation — in Deutschland hat *P. brassicae* praktisch nur 2 Generationen — schließen, auch das aber nur unsicher, und zwar aus der relativen Häufigkeit gesunder Puppen, also erst nach der Verwandlung der Raupen, d. h. etwa 3 Wochen vor dem Flug der 2. Generation und nicht mehr als ein bis zwei Monate vor dem Erscheinen der Frühjahrsfalter. Die Puppen, welche diese 1. Generation liefern, liegen zwar schon ab Herbst des Vorjahres vor, können aber über Winter noch so stark dezimiert werden, daß selbst aus massiertem Auftreten im Herbst noch keine Schlüsse auf das kommende Jahr gezogen werden können.

Im einzelnen habe ich das über die die Gradation von *P. brassicae* bestimmenden Faktoren in den letzten 12 Jahren gesammelte, sehr umfangreiche Material zahlenmäßig noch nicht voll auswerten können. Zu einigen Angaben über quantitative Bedeutung einzelner Faktoren glaube ich mich aber heute schon berechtigt.

In alle einschlägigen Berechnungen und Schätzungen über die voraussichtliche Stärke des Raupenfraßes wird im Unterschied zu vielen anderen Schädlingen vorweg ein erstrangiges Moment der Unsicherheit durch die Flugfähigkeit des Falters hineingetragen. *Pieris brassicae* ist viel flugtüchtiger und darum weniger ortstet, als man angesichts seines scheinbar taumelnden, unsicheren Fluges annehmen sollte. Man denke an seine „Wanderflüge“! Diese sind häufiger, als das Schrifttum vermuten läßt. Einen Wanderflug gewissen Umfangs führen die meisten, wenn nicht alle Individuen in den ersten Tagen ihres Daseins aus, zum mindesten einen solchen von einigen 100—1000 m Länge. Der Falter scheint seine Flügel rege betätigen zu müssen, ehe die Legetätigkeit gut in Gang kommt. In Gefangenschaft aufgezogene und nach dem Schlüpfen eingezwingerte Falter flattern stundenlang ruhelos umher, ehe sie mit den Fortpflanzungsgeschäften beginnen. Wahrscheinlich fliegen sehr viele Große Kohlweißlinge in allen Jahren um ein vielfaches weiter als 1 km, und zwar nicht nur die Sommer-, sondern auch die Frühlingsfalter, also die Vertreter beider Generationen, was bislang nicht bekannt zu sein scheint. Oft dauert der gerichtete Flug den ganzen Tag oder gar mehrere Tage. Er beginnt morgens, wenn es mit Schwinden des Taus wärmer wird, und erfolgt rastlos, bis die Sonne zum Untergang rüstet. Er währt also im Juli von etwa 9 Uhr bis etwa 19 Uhr, d. h. 10 Stunden, im Mai und Juni aber wohl bis 12 Stunden. Bei Zugrundelegung einer Fluggeschwindigkeit von 4 m in der Sekunde — tatsächlich beträgt diese unter günstigen Verhältnissen mehr — legt der Falter also — der Flug geht fast immer schnurgerade in gleicher Richtung, und zwar in Deutschland meist vorwiegend nach Süden oder Südwesten — innerhalb eines einzigen Tages über 100, ja durchschnittlich wohl 150—200 km zurück. Bei mehrtägigem Wanderflug dürfte er es auf 600 und 800, wenn nicht maximal auf 1000 km bringen, also z. B. von Dänemark und Schweden nach Deutschland, von Schleswig-Holstein und Oldenburg nach England und von Nord- nach Süddeutschland, wenn nicht bis in die Alpen und in die Schweiz fliegen. Sicherlich gelangt er aber aus Mitteldeutschland und aus dem Rheinland bis dorthin. Eine fast unvorstellbare Leistung bei einem so hinfälligen, scheinbar von jedem Luftzug hin und her geworfenem Geschöpf! Es wandern keineswegs nur zu mehr oder minder geschlossenen Scharen zusammengefaßte große Massen, deren Zug auffällt und die bislang allein dabei zur Beobachtung gekommen sind, sondern auch einzelne Individuen, ja die Einzelflieger stellen wohl bei weitem das Gros. In ihrer Auswirkung bedeuten diese Wanderflüge, daß es schlechterdings unmöglich ist, aus dem örtlichen Bestand an Falterbrut einen Schluß auf die Flugstärke der nächsten Generation, geschweige denn auf den Raupenfraß der nächsten und der übernächsten Generation, also auf den Befall eines ganzen Jahres zu ziehen.

Der Massenwechsel von *Pieris brassicae* wird aber natürlich nicht nur durch die Wanderflüge des Falters, sondern außerdem durch alle jene anderen Faktoren beeinflußt, die auch bei den Insekten über die örtliche Vermehrungsstärke bestimmen, also durch abiotische Elemente wie Klima bzw. Witterung und durch die natürlichen Feinde. Das gilt für alle Entwicklungsstadien des Insekts.

Die Puppen sind mannigfach gefährdet.

Die abiotischen Faktoren setzen ihnen allerdings in Form der Witterung verhältnismäßig wenig zu, vorausgesetzt daß die Raupen sich normal, d. h. vor Regen und direkter Besonnung geschützt angesponnen haben. Frei den Atmosphärilien ausgesetzte Puppen, vor allem solche, die im schnellen Wechsel starke Besonnung, erhebliche Abkühlung und Beregnung oder Belastung durch Schnee ertragen müssen, scheinen nämlich erheblich zu leiden. Größere Bedeutung maß ich früher hoher Luftfeuchtigkeit zu. Ich war sogar zeitweise der Meinung, daß das auffällige, meist praktisch vollständige Fehlen der 1. Generation von *P. brassicae* im Rheintal, so bei Bonn und Köln, in erster Linie auf Puppenkrankheiten beruht, die diese sich infolge der hier im Herbst, Winter und Frühjahr oft wochenlang außerordentlich hohen Luftfeuchtigkeit zuziehen. Eine Nachprüfung der physikalischen Verhältnisse und vor allen Dingen ein Vergleich der relativen Feuchtigkeit in Form der mittleren und absoluten Minima zwischen Orten des Rheinlandes (Aachen, Kleve, Krefeld, Neuwied, Trier u. a.) mit Schleswig-Holstein (Flensburg, Helgoland, Husum, Keitum auf Sylt, Kiel, Meldorf u. a.) und Mecklenburg (Marnitz b. Parchim, Neu-Strelitz, Rostock, Schwerin u. a.) zeigte aber, daß in den letzteren Gebieten, wo der Kohlweißling in der 1. Generation oft stark auftritt, die relative Luftfeuchtigeit im August, September und Oktober — das sind meines Erachtens die kritischen Monate — nicht niedriger, ja in Schleswig-Holstein wenigstens im August und September eher höher als im Rheinland, d. h. dort liegt, wo die 1. Generation fehlt. Auch die Monats- und Jahresmittel der Lufttemperatur unterscheiden sich in dem im ganzen wärmeren Rheinland und in Schleswig-Holstein bzw. Mecklenburg von August bis November nicht so sehr, daß sie ein Absterben der Puppen begründen könnten. Im Einklang damit schnitten in von uns eigens zu dem Zweck durchgeführten Versuchen Puppen von *P. brassicae*, die unter im übrigen gleichen Bedingungen (Freiland unter leichtem Regenschutz) im Rheinland in Bonn und dank Unterstützung des Leiters der Zweigstelle Kiel der Biologischen Reichsanstalt, Herrn Oberregierungsrat Dr. O. KAUFMANN, in Schleswig-Holstein in Kitzeberg überwintert wurden, im großen und ganzen unterschiedslos ab. Hier wie dort war der Prozentsatz der über Winter zugrunde gehenden Puppen gering. Nicht im Widerspruch zu diesem Befund würde aber stehen, wenn dauernde, übermäßige Nässe während der Puppenzeit bei der 2. Generation, also im Herbst und in den ersten Frühjahrsmonaten, vielleicht auch im Winter, die Anfälligkeit

der Brut von *P. brassicae* zu infektiösen Erkrankungen der Puppe steigern sollte.

An solchen Infektionskrankheiten der Puppen fehlt es nicht. Es kommen Bakteriosen und Mykosen, wahrscheinlich aber auch Virosen und Seuchen, die durch andere Mikroorganismen bewirkt werden, in Frage. Für sie alle gilt, daß sie noch kaum, ja noch viel weniger gut als die Raupenkrankheiten (siehe S. 471) untersucht sind. Einschlägige Arbeiten, die am Institut für Pflanzenkrankheiten in Bonn eingeleitet wurden, stecken noch in den Anfängen. Aus meinen Beoachtungen, an denen Fräulein cand. rer. nat. S. Farwick beteiligt ist, ergab sich aber unter anderem überraschend, daß auch der Raupenfeind *Entomophthora sphaerosperma* Fresen sehr oft auf die Puppen übergreift, sei es, daß diese selbst von ihnen infiziert werden, sei es — und das halte ich für wahrscheinlicher —, daß die Raupen noch kurz vor der Verwandlung die Krankheitskeime aufnehmen, diese die Entwicklung aber erst während der Nymphose des Individuums vollendet. Hier wie dort führt der Befall unfehlbar zum Tod des Wirts, im Unterschied zum Krankheitsbild der Raupen kommt es bei den Puppen aber nicht zur Ausbildung von Konidien. Der Pilz produziert statt dessen um so mehr Dauersporen, und zwar in Form von Azygosporen, die das Innere der dann schmutzigbraun werdenden und etwas erweichenden, also ziemlich leicht zerfallenden Puppenhülle mit ihrer Masse weitgehend ausfüllen können. Ich halte heute die Puppen von *P. brassicae* für eins der Hauptwinterquartiere des Pilzes, wenn nicht das wichtigste. *Pieris*-Raupen mit Azygosporen kommen bekanntlich auch, und oft in Massen, vor, manchen Orts suchte ich nach ihnen aber vergeblich.

Tierische Feinde der Puppen sind zahlreich. Einige von ihnen zählen zu den praktisch am stärksten ins Gewicht fallenden Begrenzungsfaktoren.

Räuber setzen den Puppen vor allem über Winter erheblich zu. Im Frühling, Sommer und Herbst spielen dabei Milben, Wanzen u. a. Saugkerfe nebst raubenden Beißinsekten (? Laufkäfer) eine gewisse, aber untergeordnete Rolle. Viel wichtiger ist die Dezimierung, welche die Puppen in den eigentlichen Wintermonaten durch Insektenfresser unter den Kleinvögeln erleiden. Es sind vor allem streifende Scharen von Meisen, zu denen sich auch Kleiber und Baumläufer gesellen sollen (siehe Blunck 1920, S. 182—184), welche, wenn ihnen die sonstige Nahrung knapp wird — also z. B. bei Schneefall — Bäume, Gebüsch, Heckenpfähle usw. systematisch nach Puppen absuchen. Es bleiben dann von diesen bestenfalls Reste zurück, an denen die Spuren der Schnabelhiebe Schlüsse auf die Art des Räubers zulassen. Verlaß ist auf die Vögel als Helfer im Kampf gegen die Kohlweißlingsplage aber nicht. Sie fallen mal hier, mal dort ein, bereinigen ein Quartier von mehreren 100 qm oder auch einigen Quadratkilometern vollständig, lassen andere, an sich ebenso stark mit Puppen besetzte Nachbargebiete jedoch verschont.

Die tierischen Schmarotzer der Puppen sind artenmäßig lange nicht so zahlreich wie die der Raupen, praktisch spielen sie aber eine bedeutendere Rolle. Dabei fallen vor allem die Hymenopteren ins Gewicht. Hinter diesen treten die Fliegen, nämlich einige Tachiniden und Sarcophagiden, stark zurück. Weitaus der wichtigste Puppenparasit ist die Zehrwespe *Pteromalus puparum* L. Die *Pimpla*-Arten spielen bei *Pieris brassicae* eine viel unbedeutendere Rolle als bei *Aporia crataegi*. *Pteromalus puparum* fehlt fast nie ganz, merzt fast immer mindestens 10%, im Durchschnitt aber wohl 30% der Puppen und mehr, oft sogar über größere Gebiete hin diese zu praktisch 100% aus. Ihre Rolle fällt um so mehr ins Gewicht, als sie fast gar nicht durch Hyperparasiten heimgesucht wird.

Am wenigsten sind die Falter Gefahren ausgesetzt.

Wind und Wetter tun weniger ihnen selbst Abbruch als der Betätigung ihrer Fortpflanzungsbetriebe. Lange Schlechtwetterperioden behindern die Eiablage erheblich, unterbinden sie unter Umständen auch praktisch ganz.

Feinde in Gestalt von Räubern spielen den Faltern verhältnismäßig wenig mit. Höchstens einzelne Vogelarten greifen gelegentlich merklich ein, außerdem die Eidechsen, die gern und überraschend geschickt nach sitzenden Kohlweißlingen haschen.

Von Parasiten bleiben die Vollkerfe fast ganz verschont.

Stärker werden die Eier durch die unbelebte und belebte Umwelt in Mitleidenschaft gezogen.

Das Klima beeinflußt allerdings meist nur das Tempo ihrer Entwicklung. Harte Regengüsse spülen einen Teil der Gelege ab, besonders die älteren, die lange nicht so fest sitzen wie die frischen. Im übrigen sind sie dank ihrer Lage an der Unterseite der Blätter verhältnismäßig wetterfest. Stärkeren Frost scheinen sie allerdings nicht zu vertragen, sind solchem aber normalerweise auch kaum ausgesetzt.

Eher stellen ihnen tierische Feinde nach. Sie tun ihnen stärker Abbruch, als dem Schrifttum nach erwartet werden kann.

Unter den Räubern spielen Kleinvögel eine gewisse Rolle (vgl. S. 444), daneben der gemeine Ohrwurm (*Forficula auricularia* L.) (vgl. S. 444!).

Parasiten lernte ich nur einen kennen, nämlich die Zehrwespe *Trichogramma evanescens* Westw. Diese dezimiert die Gelege aber mindestens in gewissen Gebieten des Reichs, so im Rheinland, in beiden Generationen oft außerordentlich stark, ja, sie kann die Eier in Jahren, wo diese spärlich sind, im Zusammenwirken mit den Räubern fast zu 100% austilgen.

Weitaus den meisten Angriffen sind sowohl nach Art der Zusammensetzung wie der Intensität der Wirkung nach die Raupen ausgesetzt.

Unter ungünstigen Witterungsverhältnissen leiden sie allerdings wenigstens unmittelbar nicht viel stärker als die Eier.

Von Räubern werden sie sogar noch weniger heimgesucht als diese. Nur die jungen Raupen fallen in größerer Zahl, als bisher bekannt ist, räuberischen Insekten, wie Ohrwürmern (*Forficula auricularia* L.), und wohl auch Vögeln zum Opfer. Ältere Raupen scheinen den Räubern nicht zu schmecken. Jedenfalls werden sie gemieden.

Groß ist aber, wenigstens der Artenzahl nach, die Reihe der auf Kosten der Raupen lebenden Schmarotzer.

Vor allem handelt es sich um Krankheitserreger. Sie sind größtenteils noch recht unvollkommen untersucht.

Das gilt vor allem für die Bakteriosen, die Virosen und andere, im System noch tiefer als die Pilze stehenden Infektionserreger. Nur Paillot (z. B. 1918, S. 190, 1924, S. 186, 1924, S. 337, 1926, S. 180—182, 1933, S. 12—14) hat hier ein verhältnismäßig reiches Material zusammengetragen, auf dem weitergebaut werden könnte. Praktisch fällt die Lücke bei dem hier zu erörternden Problem nicht so sehr ins Gewicht, weil alle diese Krankheiten entweder den Organismus des Wirts verhältnismäßig wenig schädigen, oder aber, wie eine mir wiederholt begegnete Seuche, bei der die Raupen unter Gewinnen eines honigartigen Geruchs in sehr charakteristischer Art und Weise milchig oder doch weißgelb zerfließen, relativ selten sind.

Anders liegen die Dinge in bezug auf die Mykosen. Unter diesen steht die durch *Entomophthora sphaerosperma* Fresen bewirkte „Herbstkrankheit“ der Raupen bei weitem an der Spitze. Ihr fallen in Gebieten mit nebelfeuchtem Spätsommer — und in Jahren, in denen der Herbst schon zeitig mit nebelreichen Nächten einsetzt, auch andernorts — regelmäßig die dann noch nicht verpuppten Raupen praktisch zu 100% innerhalb weniger Tage zum Opfer. Daß die Seuche auch, was noch nicht bekannt zu sein scheint, auf die Puppen übergreifen kann, ja, daß die Puppen vielleicht die Hauptüberwinterungsstätten des Pilzes sind, wurde auf S. 469 schon angedeutet. *E. sphaerosperma* ist unter den belebten Elementen einer der Hauptbegrenzungsfaktoren der Vermehrung von *P. brassicae*, wenn nicht der wichtigste überhaupt. In Schleswig-Holstein sah ich in manchen Jahren zumindest gebietsweise praktisch keine Raupe der 2. Generation zur Verpuppung kommen. Sie alle wurden vorher durch die Seuche getötet, sei es als Altraupen, was die Regel bildet, sei es schon in jüngeren Stadien.

Unter tierischen Schmarotzern haben die Kohlweißlingsraupen, wie allgemein bekannt, ebenfalls sehr schwer zu leiden.

Eine verhältnismäßig untergeordnete Rolle spielen dabei die Raupenfliegen (*Tachinidae*).

Weitaus an 1. Stelle stehen die Hymenopteren, und unter diesen dominiert die Braconide *Apanteles glomeratus* L.

A. glomeratus wechselt in der Stärke des Auftretens zwar von Jahr zu Jahr, ja von Generation zu Generation, und überdies von Ort zu Ort außerordentlich stark, völliges Fehlen ist aber selten. Dagegen beobachtete ich häufig praktisch 100prozent. Befall der Raupen über große Gebiete hin, und zwar sowohl bei der 1., wie bei der 2. Generation. Im großen Durchschnitt dürfte der Befall um 60% liegen.

Die praktische Bedeutung wird aber erheblich dadurch eingeengt, daß weitaus das Gros der *Apanteles*-Brut seinerseits wieder durch Hyperparasiten von *Pieris brassicae* und in geringerem Maße auch durch Krankheiten ausgeschaltet wird, das Vollkerfstadium also nicht erreicht. Die Auswirkung auf die laufende Generation des Kohlweißlings wird dadurch allerdings nicht beeinträchtigt, weil sowohl die parasitierten wie die hyperparasitierten Raupen zugrunde gehen. Wohl aber wird die nächste *Apanteles*-Generation zahlenmäßig geschwächt, ja, da die Hyperparasitierung bis 100% gehen kann, nicht selten praktisch ganz unterdrückt. Nun sind die einzelnen Arten der Hyperparasiten in ihrer Wirkung auf *Apanteles* und damit auch in ihrer Beeinflussung des Massenwechsels nicht gleichwertig. Meist handelt es sich um „sekundären", vereinzelt auch um „indirekten Parasitismus" im Sinne von Smith (1916, S. 477—486), so bei *Mesochorus pectoralis* Ratz. und *Tetrastichus rapo* Walk. Die sekundären wie die indirekten Parasiten sind Schädlinge. Es scheinen aber auch Parasiten 3. Grades, also Nützlinge, bei *P. brassicae* vorzukommen. Die Grenze ist leider nicht scharf zu ziehen, weil die einzelnen Spezies augenscheinlich untereinander vikariieren können. Ihr „tertiärer Parasitismus" ist, wie oft (Smith l. c., Escherich 1942, S. 377), nur fakultativ, d. h. ein Parasit „3. Grades" kann an die Stelle eines solchen „2. Grades" treten, womit aus dem Nützling ein Schädling wird. Schon dieser Umstand kompliziert die Massenwechselverhältnisse von *P. brassicae* so sehr, daß langfristige Prognosen über die Stärke des Auftretens (vgl. a. S. 466) un möglich werden.

Die Hyperparasitengarnitur von *P. brassicae* und vor allem die Reihe der auf Kosten von *A. glomeratus* lebenden tierischen Schmarotzer ist erstaunlich groß. Es handelt sich fast ausschließlich um Hymenopteren. Diesen galt meine besondere Aufmerksamkeit. Ihre quantitative Bedeutung ist nachstehend kurz zusammengefaßt, wobei ich die eigenen Befunde zugrunde lege, aber gleichzeitig auf die vorzügliche einschlägige Monographie von Faure („Contribution à l'étude d'un complexe biologique: la piéride du chou [Pieris brassicae L.] et ses parasites hyménoptères") hinweise.

Weit wichtiger als unsere *Mesochorus*-Art sind bei *Pieris brassicae* andere, auf Kosten von *A. glomeratus* lebende Hymenopteren. Die Tabellen 9a—c geben einen Einblick in diese Verhältnisse. Sie bringen eine Zusammenstellung der Hymenopteren nach Art und Zahl, die bei uns aus solchem *Apanteles*-Material schlüpften, welches zusammen mit

den *Mesochorus*-Wespen liefernden Kokons am gleichen Tag und am gleichen Ort eingetragen war. Es ist nicht gesagt, daß in denselben Raupen, die *Mesochorus*-Brut lieferten, auch alle anderen in Tabelle 9b verzeichneten Ichneumoniden oder gar auch alle in Tabelle 9c behandelten Chalcididen vorkamen oder vorkommen können. Wahrscheinlich ist aber, daß solche Chalcididen, welche die *Apanteles*-Kokons zwar schon von ihrer Bildung ab, dann jedoch über die Legezeit der meisten Ichneumoniden hinaus bis in den Spätherbst bestiften, unter den letzteren neben vielen Individuen anderer Arten auch einen erheblichen Prozentsatz der in den Kokons heranreifenden *Mesochorus*-Brut nachträglich ausmerzen, d. h. als Futter benutzen. Die Tabellen 9a—c geben also zwar, soweit nicht schon unter den vor dem Eintragen der Kokons geschlüpften Parasiten einzelne Stücke von *Mesochorus* waren, das Verhältnis der zum Schlüpfen gekommenen Wespen dieser Art zu den übrigen Parasiten richtig wieder, nicht aber die Zahl der ursprünglich von *Mesochorus* bestifteten *Apanteles*-Larven und deren Verhältnis zu den von anderen Schmarotzern belegten Individuen. Es werden wahrscheinlich mehr *Apanteles*-Larven von Ichneumoniden einschließlich *Mesochorus* mit Brut besetzt, als diejenigen, die später Vollkerfe dieser Art liefern. Je länger die *Apanteles*-Kokons dem Zugriff von Parasiten ausgesetzt sind, um so mehr dürfte sich der Besatz auf Kosten der Ichneumoniden verschieben, eine Erscheinung, die aber aus meinem Material nicht ohne weiteres abgelesen werden kann (siehe Tabelle 9a—c) und darum der experimentellen Nachprüfung bedarf.

Nach Moss (1933, S. 210—231) betrug der Befall durch *Mesochorus pectoralis* Ratz. bei einem mäßig umfangreichen, damals in England zur Untersuchung gekommenen *Apanteles*-Material (1284 Kokons), das aus Kohlweißlingsraupen stammte, 047 %. So hoch lag der Besatz bei den von uns untersuchten Kokons, gleichviel welcher Herkunft, im großen Durchschnitt nicht. In einem Fall, der 36 aus einem Seitental des Rheins bei Bonn stammende Raupen der ersten Generation betraf, waren zwar außer etwa 600 *Apanteles*-Wespen 97 Vollkerfe von *Mesochorus* zum Schlüpfen gekommen (Tabelle 2, laufende Nr. 1 und 2), die Parasitierung betrug also 15 %, und aus einem von 46 Individuen gebildeten Kokonhaufen dieser Herkunft erzog ich, wie schon auf S. 456 erwähnt, innerhalb einer Woche sogar neben 16 *Apanteles*- 14 *Mesochorus*-Individuen. Im Durchschnitt war der Befall aber viel niedriger. So lag er bei dem in Tabelle 9a und b festgehaltenen Material von 29 Herkünften mit insgesamt 107 und je Kultur durchschnittlich 3—4 Individuen bei in Summa mindestens 79 233 zum Schlüpfen gekommenen Hymenopteren bei 0,135 %. Da dort aber nur die relativ wenigen *Apanteles*-Herkünfte berücksichtigt sind, aus denen *Mesochorus* schlüpfte, ist das wirkliche Zahlenverhältnis zwischen den mesochorisierten und den übrigen *Apanteles*-Kokons noch viel niedriger anzusetzen.

Wenn man auf Grund meines rund 180 000 Individuen umfassenden, von 1930—1943 geschlüpften Materials die Parasiten von *A. glomeratus* L.

Tabelle 9a. Hyperparasiten aus Kokons von *Apanteles glomeratus* L., aus

Laufende Nr.	Kultur-zeichen	Kokons von *Apanteles glomeratus* L.			Standort der Kultur
		Fundort	Datum des Fundes	Zahl der Kokon-haufen	
1	G 1144	Marienfelde (Holst.)	28. 7. 1932	84	Freiland Kitzeberg b. Kiel
2	G 1178	Harburg (Elbe)	10. 9. 1932	554	bis 20. 9. 1932 Harburg, dann Labor. Kitzeberg bei Kiel
3	42/133	Fühlingen bei Köln	12. 9. 1942	etwa 75	Labor. Bonn
4	42/134	Straelen-Viersen bei Kilometer 11,1	12. 9. 1942	181	Labor. Bonn
5	G 954	Rickling bei Segeberg (Holst.)	19. 9. 1931	etwa 50	Labor. Kitzeberg bei Kiel
6	G 962	Einfeld bei Neumünster (Holst.)	24. 9. 1931 (8. 10. 1931[1]))	?	Labor. Kitzeberg bei Kiel
7	42/145 B	Altenkirchen (Westerwald)	29. 9. 1942	118	bis 30. 10. Labor. Godesberg, dann Labor. Bonn
8	42/151	Hachenburg (Westerwald)	29. 9. 1942	100	bis 2. 11. Labor. Godesberg, dann Labor. Bonn
9	B 40	Rhiemförde bei Stade	29. 9. 1936	etwa 500	Labor. Bonn
10	G 959	Stade (Unterelbe)	2. u. 5. 10. 1931	?	Freiland Kitzeberg b. Kiel
11	42/167	Kassel	13. 10. 1942	385, ab 12. 11. ca. 190	bis 3. 4. 1943 Godesberg, dann Labor. Bonn
12	42/201 B	Kaiserslautern	22. 10. 1942	?	Labor Bonn.
13	42/202	Kagran bei Wien	22. 10. 1942	etwa 150	Labor. Godesberg
14	42/226 B	Posen	5. 11. 1942	41,06 g	ungeheizt Labor. Bonn
15	G 991	Neumünster (Holst.)	13. 11. 1931	?	Labor. Kitzeberg bei Kiel
16	G 997	Ohlsdorf b. Hamburg	24. 11. 1931	etwa 65	Freiland Kitzeberg b. Kiel
17	G 994	Harburg (Elbe)	26. 11. 1931	? 228	Freiland Kitzeberg b. Kiel
18	G 998	Einfeld (Holst.)	27. 11. 1931	507	Labor. Freil. u. Kitzeberg
19	G 1001	Fehmarn (Holst.)	30. 1. 1931	etwa 100	Labor. Kitzeberg bei Kiel
20	G 1004	Himbergen (Kr. Ülzen)	2. 12. 1931	?	Freiland Kitzeberg b. Kiel
21	B 64	Kreuzburg (Ahr)	Herbst 1936	?	Labor. Bonn
22	G 1023	Aachen	1. 9. 1932	?	Labor. Kitzeberg bei Kiel
23	G 1026	Plieningen (Fildern)	25. 1. 1932	?	1/2 Labor. Kitzeberg 1/2 Freiland Kitzeberg
24	G 1068	Halle (Saale)	März/April 1932	?	Freiland Kitzeberg b. Kiel
25	43/244	Wilna	10. 6. 1943	etwa 6	Labor. Godesberg
26	K 40/1	München	Dezemb. 1939	viele	Labor. Bonn
27	G 1008	Juditten bei Königsberg	ca. 19. 12. 1931	121	Labor. Kitzeberg bei Kiel
28	G 1171	Stettin	10. 9. 1932	?	" " " "
29	G 1173	Einfeld (Holst.)	15. 9. 1932	91	" " " "
	Summe				

[1]) Bis dahin blieben die Kokons dem Zugriff von Hyperparasiten zugänglich.

[2]) Kultur vorzeitig abgebrochen.

denen auch *Mesochorus pectoralis* Ratz. schlüpfte (vgl. auch Tab. 9b u. c

Apanteles glomeratus L.			Hyper-parasiten vor dem Eintragen insgesamt	Hyper-parasiten nach dem Eintragen insgesamt	Hymen-opteren insgesamt	Kokons mit abgestorbe-nem Inhalt in % bei Ab-schluß der Kultur
geschlüpft		%, bezogen auf Hymen-opteren insgesamt				
vor dem Eintragen	nach dem Eintragen					
?	550	? 67,4	?	266	? 816	?
?	2 633	? 50,0	?	2 630	? 5 263	?
1	76	2,3	?	3 264	? 3 341	41
?	678	? 20,2	?	2 684	? 3 362	55
?	417	? 41,7	?	583	? 1 000	?
?	1 469	? 86,7	?	225	? 1 694	?
0	12	0,4	? 7	2 617	? 2 636	30
9	15	1,5	? 76	1 499	? 1 599	38
—	1 053	19,9	—	4 218	? 5 271	? [3])
?	445	? 24,3	?	1 386	? 1 831	?
?	32	? 0,5	?	6 878	? 6 910	40
?	—	—	?	3 123	? 3 123	?
228	1	5,8	60	3 671	3 960	?
?	16	? 0,2	?	9 224	? 9 240	?
?	63	? 6,8	?	861	? 924	?
?	583	? 41,8	?	812	? 1 395	?
?	117	? 6,7	?	1 623	? 1 740	?
ca. 20	3 395	49,9	? 60	3 415	? 6 890	?
?	178	? 22,3	?	622	? 800	?
?	537	? 34,0	?	1 044	? 1 581	?
?	? 99	? 8,4	?	1 078	? 1 177	? [2])
?	67	? 44,4	?	84	? 151	?
?	2 065	? 46,8	?	2 346	? 4411	?
?	377	? 12,0	?	2 760	? 3 137	?
?	139	? 72,8	?	52	? 191	?
?	344	? 33,3	?	690	? 1 034	?
?	903	? 40,9	?	1 306	? 2 209	?
viele	1 953	> 69,5	?	858	> 2 811	?
?	315	? 42,6	?	421	? 736	?
> 258	18 532	> 23,7	> 203	60 240	> 79 233	?

Tabelle 9b. Ichneumoniden aus Kokons von *Apanteles glomeratus* L., aus

Laufende Nr.	Kulturzeichen	*Mesochorus* ♂	*Mesochorus* ♀	*Hemiteles fulvipes* Grav. Datum	♂	♀	*areator* (Panz.) Grav. Datum	♂	♀	*submarginatus* Bridg. Datum	♂	♀
1	G 1144	—	1	?	49	83	—	—	—	?	25	8
2	G 1178	3	2	11. 9. 1932 bis 23. 4. 1933	237	236	22. 9. 1932 bis 9. 6. 1933	11	22	12. 9. 1932 bis 20. 4. 1933	165	242
3	42/133	1	2	17. 9. 1942 bis 8. 3 1943	421	581	26.—29. 1. 1943	—	8	—	—	—
4	42/134	1	—	18. 9.—23. 11. 1942 u. 19. 2. bis 26. 6. 1943	585	480	28. 9. 1942 bis 17. 4. 1943	5	15	20. 9. 1942 bis 14. 3. 1943	19	25
5	G 954	3	3	19.—27. 10. 1931 u. 7. 12. bis 11. 3. 1932	12	3	23. 10. 1931 bis 1. 6. 1932	3	3	3. 10. 1931 bis 13. 4. 1932	19	31
6	G 962	4	4	24. 10. 1931 bis 5. 5. 1932	16	4	12. 12. 1931 bis 12. 5. 1932	2	6	—	—	—
7	42/145 B	2	—	30. 9.—16. 11. 1942 u. 14. 2. bis 6. 7. 1943	373	420	21. 10. 1942 bis 17. 4. 1943	41	10	14. 10. 1942 bis 17. 4. 1943	8	4
8	42/151	1	1	2. 10.—22. 11. 1942 u. 23. 2. bis 8. 6. 1943	580	358	22. 10. 1942 bis 15. 4. 1943	4	3	30. 10. 1942 bis 8. 6 1943	1	3
9	B 10	5	4	18. 10 1936 bis 24. 5. 1937	1978	1014	13. 2.—18. 5. 1937	17	10	20 10. 1936 bis 20. 7. 1937	176	43
10	G 959	—	3	18. 10 1931 bis 18. 4 1932	58	15	22. 10. 1931 bis 22. 6. 1932	14	19	21. 10. 1936 bis 11. 4. 1937	5	7
11	42/167	1	—	25. 10. 1942 bis 12. 7. 1943	1469	741	30. 10. 1942 bis 16. 6. 1943	211	80	24. 10. 1942 bis 4. 6. 1943	212	133
12	42/201 B	2	1	5. 11.—1. 12. 1942 u. 20. 3. bis 9. 7. 1943	704	672	12.—26. 11. 1942	1	2	—	—	—
13	42/202	—	1	24. 10. 1942 bis 9. 3. 1943 u. 1. 6. 1943	13	17	3. 11. 1942 bis 24. 1. 1943	4	4	30. 10. 1942 bis 7. 2. 1943	9	1
14	42/226 B	—	1	26 11. 1942 bis 6 5. 1943	40	17	17. 11.—2. 12. 1942 u. 1. 1. bis 13. 4. 1943	3	7	16. 11. 1942 bis 8. 5. 1943	33	45
15	G 991	—	2	30. 3.—7. 6. 1932	46	32	11. 5. 1932 bis 25. 5. 1932	2	4	—	—	—
16	G 997	2	6	4. 5.—1. 6. 1932	153	77	7. 5.—15. 6. 1932	4	11	—	—	—
17	G 994	2	—	20. 4.—1. 6. 1932	188	209	29. 4.—1. 6. 1932	38	28	1.—18. 5. 1932	4	1
18	G 998 (+ G 1003 u. G 1006)	22	8	7. 12. 1931 bis 29. 6. 1932	939	1030	8. 12. 1931 bis 1. 6. 1932	181	239	7. 12. 1931 bis 18. 5. 1932	110	122
19	G 1001	—	1	11. 12. 1931 bis 27. 1. 1932 u. 4. 4.—1. 6. 1932	105	60	15. 12. 1931 bis 7. 1. 1932	9	2	—	—	—
20	G 1004	—	1	14. 1.—8. 6. 1932	224	210	19.—31. 1. 1932	2	6	—	—	—
21	B 64	1	—	9. 2.—19. 5. 1937	—	15	—	—	—	—	—	—
22	G 1023	1	—	26. 1.—28. 2. 1932	52	25	30.—31. 1. 1932	1	—	—	—	—
23	G 1026	1	—	30. 1.—25. 5. 1932	461	399	—	—	—	21.—28. 4. 1932	1	—
24	G 1068	—	1	15. 3.—11. 5. 1932	94	62	15. 3.—11. 5. 1932	10	8	15. 3.—7. 4. 1932	1	4
25	43/244	7	—	10. 6.—2. 7. 1943	9	19	—	—	—	10 6.—2. 7. 1943	7	2
26	K 40/1	2	1	11. 1.—27. 2. 1940	61	47	—	—	—	—	—	—
27	G 1008	1	—	31. 12. 1931 bis 21. 7. 1932 und 6. 3.—25. 5. 1932	232	217	5. 1.—4. 5. 1932	9	7	6.—7. 1. u. 4. 4. bis 11. 5. 1932	5	4
28	G 1171	1	—	?	42	27	?	—	1	?	37	60
29	G 1173	1	—	?	41	47	?	—	1	?	—	1
Summe		64	48		9182	7117		572	496		837	736

Die Anmerkungen zur Tabelle 9 b stehen auf S. 480.

denen auch *Mesochorus pectoralis* Ratz. schlüpfte (vgl. auch Tab. 9a u. c)

Hemiteles andere Arten		*Leptocryptus brevis* Thoms.			*Pezomachus* spec. 27		*Pezomachus* spec. 71		Undeterminierte *Hemiteles*-Arten und andere Ichneumoniden		Insgesamt nach dem Eintragen geschlüpft	
Name bzw. Zeichen	Zahl	Datum	♂	♀	Datum	♀	Datum	♀	Name bzw. Zeichen	Zahl	Zahl	%, bezogen auf alle Hyperparasiten
—	—	?	8	9	—	—	—	—	37[8]), 38[8])	3	186	? 69,9
6[3])	1	16. 9. 1932 bis 5. 1. 1933	32	38	18. 9. bis 7. 10. 1932	7	—	—	37[8]), 38[8]), 40[9]), 50, 59, 60	13	1009	? 38,4
54[11])	2	22. 9. 1942 bis 23. 2. 1943	51	20	22. 9. bis 6. 10. 1942	3	30. 9. bis 11. 10. 1942	4	indet.	2	1095	? 33,5
—	—	20. 9. 1942 bis 21. 4. 1943	20	35	25. 9. bis 12. 10. 1942	111	2.—9. 10. 1942	2	72[8]), 80	2	1300	? 48,4
12[1]), 14[1]) 20[1])	8	—	—	—	6.—17. 10. 1931	20	—		44, 45 u. indet.	7	112	? 19,2
3[1]), 12[1]), 14[1]), 20[1]) 47[1])	58	5. 5. 1932	1	—	—	—	—	—	26, 67	? 6	101	? 44,9
54[11])	2	21. 10. 1942 bis 15. 5. 1943	16	10	—		—	—	indet.	2	868	? 33,9
—	—	20. 10. 1942 bis 23. 5. 1943	13	7	—	—	—		indet.	1	972	? 64,8
68[12])	8	—	—	—	21. 10. 1936 bis 11. 1. 1937	54	—	—	indet.	1	3311	78,5
—	—	22. 10. 1931 u. 29. 4.—8. 6. 1932	5	—	—	—	—	—	61 u. indet.	3	129	? 9,3
6[3]), 14[1])	2	29. 10. 1942 bis 10. 7. 1943	123	23	25. 10. bis 5. 11. 1942	4	1. 11. 1942	1 ♂	72[8]), 75[8]) u. indet.	7	3007	? 43,7
—	—	17. 11. 1942	1	—	—	—	—	—	—	—	1383	? 41,3
—	—	22. 11. 1942 bis 7. 2. 1943	2	1	—	—	—	—	—	—	52	? 1,4
—	—	—	—	—	24. 11. 1942	1	—	—	41[14]) u. indet.	3	150	? 1,6
—	—	18. 5. 1932	7	3	—		—	—	—	—	96	? 11,1
20[1])	9	11. 5.—1. 6. 1932	4	—	—	—	—	—	indet.	1	267	? 32,5
20[1]) 24[6])	4	1.—18. 5. 1932	9	5	—	—	—	—	38[8]) u. indet.	2	490	? 30,2
3[1]), 6[3]), 14[1]), 20[1]) 24[6]), 32[13])	72	11. 12. 1931 u. 15.—18. 5. 1932	1	1	8.—25. 12. 1931	23	11. 12. 1931	2	5[2]), 9[5]), oder 36[4]), 11, 25[7]), 26, 44, 44 a, 45. 48, 49, 50, 51, 52[10]) 53, 58, u. indet.	22	2772	? 79,8
3[1]), 20[1])	10	13. 12. bis 7. 1. 1932	14	3	—	—	—	—	49, 67	7	211	? 33,9
—	—	16. 1.—2. 2. 1932	12	12	—	—	—	—	—	—	467	? 44,7
68[12])	16	12. 4. bis 17. 5. 1937	6	5	—	—	—	—	indet.	4	47	? 4,4
20[1])	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	84	? 100
—	—	7.—8. 2. 1932	—	1	—	—	—	—	indet.	1	864	? 36,8
20[1])	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	185	? 6,7
—	—	—	—	—	—	—	10. 6. bis 2. 7. 1943	1	—	—	45	? 86,5
—	—	—	—	—	16. u. 21. 1. 1940	2	—	—	—	—	113	? 16,4
3[1]) 20[1])	21	—	—	—	—	—	—	—			496	? 38,0
—	—	—	—	—	—	—	—	—	66	1	169	? 19,7
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	91	? 21,6
	223		325	173		225		9♀+1♂		88	20091	? 33,2

aus *P. brassicae* L. der Häufigkeit nach stuft, so ergibt sich folgende Reihe: *Dibrachys boucheanus* Ratz. (syn. *cavus* Walk.) (etwa 63000 Stück), *Hemiteles fulvipes* Grav. (etwa 37000), *Tetrastichus rapo* Walk. (etwa 35000), *Habrocytus poecilopus* Crawf. (etwa 34000), *Hemiteles submarginatus* Bridg. (etwa 3000), *Leptocryptus brevis* Thoms. (etwa 2300), *Hemiteles areator* (Panz.) Grav. (etwa 2100), *Habrocytus ? eucerus* Ratz. (Arbeitsnummer Chalc. 33) (v. Szelényi det. 22. September 1943)[1] (>680), *Euptero-*

[1]) Um die Beziehung der beiden außer *Habrocytus poecilopus* Crawf in der Parasitengarnitur von *Apanteles glomeratus* L. in unserem deutschen Material aufgetretenen weiteren Arten dieser Gattung (Kennummer Chalc. 33 und Chalc. 36) auf bekannte Arten haben sich mehrere der um Mitarbeit gebetenen Chalcididenkenner wiederholt bemüht, so in besonders dankenswerter Weise die Herren Prof. Dr. Bischoff, Berlin, Dr. E Otten, Berlin, Dr. G. v. Szelényi, Budapest und Dipl.-Ing. S. v. Novicky, Wien. Chalc. 33 wurde schließlich (Brief v. 22. 9. 43) von G. v. Szelényi unter letztem Vorbehalt („Hoffentlich irre ich mich nicht") als *Habrocytus eucerus* Ratz. angesprochen. Nachkontrolle ist also notwendig. Chalc. 36 ließ sich nirgends unterbringen. Es darf mit einiger Wahrscheinlichkeit angenommen werden, daß die Art neu ist. Sie wird, wie Herr Kollege v. Novicky mir unlängst mitteilte, demnächst unter der Bezeichnung *Habrocytus blunckii* sp. n. ihre Beschreibung finden. Eine vorläufige Kennzeichnung beider Spezies gebe ich im Anhang zu dieser Abhandlung (s. S. 483—485).

Anmerkungen zur Tabelle 9b, S. 476/477.

Auf Grund von Stichproben wurden determiniert von

[1]) FERRIÈRE (Brief vom 19. 12. 1932) Ichn. 3 *Hemiteles sp*, ROMAN (Karten vom 3 u 18. 1. 1933) Ichn. 3: *Astomaspis* (Genotypo *Hemiteles nanus* Gr.) ? *simillimus* ♀ Tasch., ROMAN (5. 5 1934) Ichn 14 u. 20: *Astomaspis spec.* Meine Zuchten ex ovo ergaben als artgleich: Ichn. 3, Ichn 12, Ichn. 14, Ichn. 20 und Ichn. 47.

[2]) FERRIÈRE (Brief vom 19. 12. 1933) *Hemiteles sp.* u. ROMAN (Karte vom 18. 1. 1933 [? 3. 1 1933]). *Therosc. hemipterus insignipennis* Schmied

[3]) FERRIÈRE (Schreiben vom 25 5. 1932): *Hemiteles submarginatus* Bridg, FERRIÈRE (Schreiben vom 18. 12 1933): *Hemiteles marginatus* Bridg., ROMAN (Liste vom 29. 4. 1933) *Astomaspis cf. mediovittatus* u. KUPKA (Schreiben vom 21. 12. 1942) *Hemiteles marginatus* Bridgm.

[4]) ROMAN (Liste vom 29 4. 1933) *Hemiteles areator* Grav. (vielleicht Fehlbestimmung (BLUNCK)

[5]) FERRIÈRE (Brief vom 19. 12. 1933): *Hemiteles sp.*, ROMAN (Karte vom 18. 1. 1933): *Astomaspis cf. scabriculus* Thm.

[6]) BAUER (Begleitsendung zum Brief vom 30 3. 1931) *Hemiteles ? distinctus* Bridgm, FERRIÈRE (Brief vom 19 12. 1932) *Hemiteles spec.*, ROMAN (Karte vom 18. 1. 1933) *Theroscopus hemipterus* F. ♂.

[7]) ROMAN (23. 10. 1934): *Gelis corruptor* Frst

[8]) ROMAN (5. 5 1934) Ichn 37 u. 38: *Astomaspis cf. mediovittatus* Schmied. — (Artgleich sind vielleicht auch Ichn 60, Ichn. 72 und Ichn. 75 (BLUNCK.)

[9]) FERRIÈRE (Brief vom 19. 12. 1932) *Hemiteles spec.*, ROMAN (Liste vom 18. 1. 1933): *Astomaspis pallidicarpus* Thm (wahrscheinlich), ROMAN (Liste vom 18. 1. 1933): *Astomaspis cf. scabriculus* Thoms.

[10]) ROMAN (23 10. 1934) *Gelis cf Heidenreichi* Hab.

[11]) ROMAN (Liste vom 29. 4 1933) *Hemiteles cinctus* L. (*bicolorinus* Gr.). KUPKA (Brief vom 14. 1 1943): *Hemiteles bicolorinus* Grav. (syn. *H. cinctus* L.).

[12]) FERRIÈRE (Schreiben vom 22. 4. 1937) *Hemiteles sp.* (nahe *fulvipes* Gr.)

[13]) Wahrscheinlich Farbvarietät von *Hemiteles areator* (Panz.) Grav.

[14]) Wahrscheinlich Varietät von *Leptocryptus brevis* Thoms.

Anmerkungen zur Tabelle 9c, S. 478/479.

[1]) Siehe die Artbeschreibung auf S. 485

Auf Grund von Stichproben wurden determiniert:

[2]) von VON SZELÉNYI (Schreiben vom 22. September 1943): *Habrocytus eucerus* Ratz. mit Zusatz: „Hoffentlich irre ich mich nicht" (s. auch die Artbeschreibung auf S. 483. BLUNCK).

[3]) von FERRIÈRE (Schreiben vom 6. April 1933 betr. Chalc. 15): *Eupteromalus nidulans* Först. — Nach meinem Dafürhalten sind Chalc. 15, 19, 29 und 34 artgleich. BLUNCK

[4]) von BISCHOFF (Brief vom 9. August 1943).

[5]) von BISCHOFF (Brief vom 9. August 1943): *Torymus spec.*

[6]) von BISCHOFF (Brief vom 9. August 1943): *Calosoter spec.*

[7]) von MASI (Brief vom 7. November 1931) und von BISCHOFF (Brief vom 9. August 1943).

[8]) von FERRIÈRE (Schreiben vom 25. Mai 1932) und von BISCHOFF (Brief vom 9. August 1943).

[9]) von FERRIERE (Schreiben vom 25. Mai 1932).

malus nidulans Först. (Ferrière det. 6. April 1934) (etwa 400), *Pezomachus ? instabilis* Först. (Ichn. 27) (Roman det. 23. Oktober 1934) (etwa 400), *Pezomachus ? nigritus* Först. (Ichn. 71) (n. Kupka — Brief vom 17. Februar 1944 — vielleicht species nova) (etwa 330), *Hemiteles ? simillimus* Taschbg. (Ichn. 3) (Roman det. 3. u. 18. Januar 1933) (etwa 290), *Eurytoma appendigaster* Dalm. (Ferrière det. 6. April 1934, Bischoff det. 9. August 1943) (etwa 250), *Pleurotropis* aff. *cribrifrons* Thoms. (Chalc. 39). (Bischoff det. 9. August 1943) (etwa 180), *Catolaccus ? ater* Ratz. (Chalc. 37) (v. Szelényi det. 5. Juni 1943) (etwa 120), *Pezomachus corruptor* Först. oder *P.* cf. *Heidenreichi* Hab. (Ichn. 25 u. 52) (Roman det. 23. Oktober 1934) (etwa 110), *Torymus* sp. (Chalc. 4) (etwa 100), *Mesochorus pectoralis* Ratz. (etwa 100). *Eupelmus* aff. *urozonus* Dalm. (Chalc. 4a) (Otten det. n. Sachtleben 5. Februar 1943, Bischoff det. 9. August 1943) (etwa 80), *Hemiteles* aff. *fulvipes* Grav. (Ichn. 68) (Ferrière 22. April 1934) (etwa 70), *Habrocytus* sp. (Chalc. 36)[1] (> 70), *Monodontomerus* sp. (Chalc. 32 u. 53) (Form Chalc. 53 wohl *M. obsoletus* F.: Otten det. n. Sachtleben 5. Februar 1943; Chalc. 32 wohl sicher *M. dentipes* Boh.: Bischoff det. 9. August 1943) (etwa 60), *Cirrospilus pictus* Nees (v. Szelényi det. 5. Juni 1943) (etwa 30), *Hemiteles* cf. *mediovittatus* Schmied. (Ichn. 28) Roman det 5. Mai 1934) (etwa 30) *H. marginatus* Bridgm. (Ferrière det. 18. Dezember 1933, Kupka det. 21. Dezember 1942) (26), *H. cinctus* L. (syn. *bicolorinus* Grav.) (Roman det. 29. April 1933, Kupka det. 14. Januar 1943) (24), *H. ? pallidicarpus* Thoms. und bzw. oder *H.* cf. *scabriculus* Thoms. (Ichn. 40) (Roman det. 18. Januar 1933) (21), *H. hemipterus insignipennis* Schmied. (Roman det. 18. Januar 1933) (14), *? Pezomachus* sp. (Ichn. 45) (11), *Hemiteles* sp. (Ichn. 11) (9), *? Pezomachus* sp. (Ichn. 50) (9), *? Pezomachus* sp. (Ichn. 26) (7), *Hemiteles* sp. (Ichn. 83) (7), Ichn. 76 (7); *? Pezomachus* sp. (Ichn. 29) (6), *? Pezomachus* sp. (Ichn. 49) (6), *Hemiteles melanarius* Grav. (Ferrière det. 28. Mai 1937) (6), *Chalcidid.* sp. (Chalc. 51) (6), *Calosoter* sp. (Chalc. 42) (Bischoff det. 9. August 1943) (5), *Hemiteles* sp. (Ichn. 85) (4). Zusätzlich kamen einzelne Stücke (1—3) zahlreicher weiterer Ichneumoniden- und Chalcididen-Arten zum Schlüpfen. Sie warten sämtlich noch der Determinierung.

Insgesamt beläuft sich die Individuenzahl der von uns aus *Apanteles* Kokons (Herkunft *Pieris brassicae* L.) aufgezogenen Ichneumoniden aufauf rund 46000 und die der Chalcididen auf rund 135000. Ihnen stehen nur rund 34000 Individuen von *A. glomeratus* L. gegenüber. Die Ichneumoniden machten also 21,4%, die Chalcididen 62,8% und *A. glomeratus* L. 15,8% aus. Günstiger erscheint die Lage für die Braconide, wenn wir nur diejenigen Kulturen berücksichtigen, welche zugleich *Mesochorus pectoralis* Ratz. lieferten. Wie Tabelle 9a bis c belegt, stehen dann rund 20000 Ichneumoniden und rund 40000 Chalcididen rund 19000 Individuen von *A. glomeratus* L. gegen-

[1]) s. Anm. 1 auf S. 480.

über. Das Verhältnis beträgt also etwa 24 % : 25 % : 51 % oder 1 : 1 : 2. Im einzelnen schwankte der Anteil der Braconide an den aufgezogenen Wespen zwischen 0,4 (lfde. Nr. 7) und ? 86,7 % (lfde. Nr. 6). Es war also einerseits keine Kultur ganz unparasitiert, aber andererseits die *Apanteles*-Population nirgends 100prozentig vernichtet. Die für die Braconide günstigere Lage in dem der Tabelle 9 zugrundeliegenden Material ist nur Schein. Sie wird dadurch vorgetäuscht, daß *M. pectoralis* Ratz. ebenso wie *A. glomeratus* L. die Kokons vor Einsetzen der Schlüpfzeit der übrigen Parasiten zu räumen beginnt. Die Ichneumonide wird daher ebenso wie ihr Wirt nur bei zeitiger Einzwingerung des Wirtsmaterials einigermaßen vollständig erfaßt. Etwa die Hälfte unserer Kokonkulturen, bei denen *M. pectoralis* Ratz. in der 2. Generation zur Reife kam, wurde bis Anfang Oktober eingetragen (vgl. Tabelle 9a). Durchschnittlich später im Jahr hatten wir uns die die Ichneumonide nicht liefernden übrigen Kulturen verschafft. Ganz so gut wie in Tabelle 9 dürfte *A. glomeratus* im Verhältnis zu seinen Parasiten daher im allgemeinen nicht abschneiden. Setzt man andererseits in Rechnung, daß ein gewisser, wenn auch nicht hoher Bruchteil der *Apanteles*-Individuen auch diese Kokons bereits verlassen hatte, als wir sie einzwingerten, so ergibt sich, daß sich in der Gänze unseres Materials die Zahl der zur Reife gekommenen Individuen von *A. glomeratus* L. zu den Ichneumoniden und den Chalcididen etwa auf 1 : 1 : 3 stellt.

Während die Chalcididen die Ichneumoniden an Individuenzahl bei weitem schlagen, liegen die Dinge in bezug auf die Zahl der dabei beteiligten Spezies umgekehrt. Sie beläuft sich nämlich bei den Ichneumoniden auf etwa 4, bei den Chalcididen auf allerhöchstens 3 Dutzend. Nur sehr wenige Arten hemmen die Vermehrung ihres Wirts ernstlich, sind also nützlich. Es rechnen hierher die Chalcididen *Dibrachys boucheanus* Ratz. (syn. *cavus* Walk.), *Tetrastichus rapo* Walk. und *Habrocytus poecilopus* Crawf., ferner die Ichneumonide *Hemiteles fulvipes* Grav. In schon erheblichem Abstand folgen *H. submarginatus* Bridg., *Leptocryptus brevis* Thoms. und *Hemiteles areator* (Panz.) Grav. Etwa ein Dutzend weitere Arten, nämlich *Habrocytus ? eucerus* Ratz., *Eupteromalus nidulans* Först., *Pezomachus ? instabilis* Först., *P. ? nigritus* Först., *Hemiteles* (*? simillimus* Taschbg., *Eurytoma appendigaster* Dalm., *Pleurotropis* aff. *cribrifrons* Thoms., *Catolaccus ? ater* Ratz., *Pezomachus corruptor* Först. oder *P.* cf. *Heidenreichi* Hab., *Torymus* sp. (Chalc. 4) und *Mesochorus pectoralis* Ratz., sind noch einigermaßen häufig, aber praktisch schon fast oder ganz bedeutungslos. Alle übrigen hier registrierten Spezies, also die weitaus meisten, sind mir ausgesprochen selten begegnet. Sie schmarotzen wohl normalerweise bei anderen Wirten, sind also für *Apanteles glomeratus* L. nur Gelegenheitsparasiten und für diesen Wirt hier meines Wissens erstmalig nachgewiesen. Im Schrifttum werden zwar noch einige weitere europäische Schmarotzer unserer Braconiden genannt, es gilt für sie aber das gleiche: auch sie sind wirtschaftlich belanglos

Fasse ich meine Befunde zusammen, so ergibt sich folgendes Bild: Durchschnittlich 60% der Raupen von *Pieris brassicae* L. werden von *Apanteles glomeratus* L. vernichtet. Dessen Brut fällt ihrerseits zu etwa 80% anderen Hymenopteren zum Opfer. Von ihnen entfallen 75% auf Chalcididen und 25% auf Ichneumoniden. Die ersteren verteilen sich auf höchstens 3 Dutzend, die letzteren auf etwa 4 Dutzend Arten von sehr unterschiedlicher Häufigkeit. *Mesochorus pectoralis* Ratz. gehört zu den weniger häufigen, aber nicht zu den ausgesprochen seltenen Formen. Er beeinflußt praktisch den Massenwechsel von *Apanteles glomeratus* L. und damit auch den von *Pieris brassicae* L. nicht.

D. Anhang

a) *Habrocytus cf. eucerus* Ratz. (Arbeitsnummer Chalc. 33)

Die von v. SZELENYI als *Habrocytus eucerus* Ratz. angesprochene Form wurde von mir erst Ende 1942 als selbständige Art der Gattung (Arbeitsnummer: Chalc. 33) erkannt. Die Hauptunterschiede gegen *H. poecilopus* Crawf. liegen in geringerem Abstand der Komplexaugen von den Fühlerwurzeln, in verhältnismäßig größerer Breite von Kopf und Thorax (im Vergleich zu *H. poecilopus* „stiernackig"), in starkerer Behaarung von Kopf und Thorax (im Vergleich zu *H. poecilopus* „struppig" behaart), in der im großen und ganzen etwas dunkleren Färbung der Beine, in der gereihten, die Lage der Basalader andeutenden Stellung der Haare im basalen Feld des Vorderflügels und beim Männchen darin, daß dieses bei der Konservierung in Alkohol im Unterschied zu *H. poecilopus* das Abdomen meist stark ventralwärts einschlägt.

Wirt: *Apanteles glomeratus* L aus *Pieris brassicae* L.

Verbreitung: Ziemlich häufig 1942 in unserem Material aus Posen und Bayern (Lohr, Aschaffenburg), in geringerer Zahl auch aus Stade, Danzig, Pulawy, Glindow und Werder, Lichterfelde und Teltow bei Berlin, München-Gladbach, Hohenheim bei Stuttgart und Berlin, immer aber weit seltener als *H. poecilopus* Crawf.

Typen: Institut fur Pflanzenkrankheiten der Universitat Bonn und Privatsammlung Prof. Dr. H. BLUNCK, Bad Godesberg.

Männchen.

Kopf etwa so breit wie die Fühlergeißel lang, bei *H. poecilopus* dagegen nur $^{2}/_{3}$ so breit, Oberflächenskulptur ähnlich wie dort. Leuchtend metallisch grün, ebenso wie der Thorax. Während bei *H. poecilopus* die Reflexe aber mehr nach Bronze spielen, neigen sie hier nach Blau zu. Hinterhaupt kräftig behaart. Auf der Stirn und im Gesicht sind die Haare feiner, nämlich etwa so, wie bei *H. poecilopus*.

Ocellen wie bei *H. poecilopus*.

Komplexaugen in Form und Farbe etwa wie bei *H. poecilopus*, also leuchtend rot, Abstand von der Fühlerwurzel nur etwa $^{1}/_{5}$ der Augenlänge (bei *H. poecilopus* ca. $^{1}/_{2}$).

Fühler in der Gesichtsmitte eingelenkt, also wie bei *H. poecilopus*. Tasthaare weniger abstehend als dort. Im ganzen gedrungener gebaut, Geißel höchstens so lang wie Vordertibia + Vordertarsus, meist kürzer. Schaftglied bernsteinfarben, distalwärts gedunkelt mit leichten metallischen Reflexen, anscheinend länger als bei Chalc. 36. Wendeglied in der Färbung etwa wie die distale Partie des Scapus, etwa $^{1}/_{4}$ so lang. Ringelglieder: Der 1. Annellus bräunlich, der 2. etwas dunkler als der 1. 1. Geißelglied bis doppelt so lang wie breit, 6. Geißelglied aber nur etwa so lang wie breit (bei *H. poecilopus* meist $1^{1}/_{2}$ mal so lang wie breit). Färbung der Fühlergeißel braun bis

schwarzgrau, zuweilen fast schwarz, dann nur wenig heller als beim Weibchen. Unterseits etwas heller als oben. Fühlerkeule ähnlich wie bei *H. poecilopus*, aber eine Spur plumper und die 3 Glieder oft durch stärkere Einschnürung etwas deutlicher gegeneinander abgesetzt. Unterstes Drittel der Geißelglieder noch häufiger als bei *H. poecilopus* stark verjüngt.

Taster dunkler als bei *H. poecilopus*, zuweilen sogar schwarzgrau.

Thorax kräftig behaart. Pronotum ein wenig höher und schärfer als bei *H. poecilopus*. Scutum um $^1/_4$ länger als das Scutellum. Dieses länger als breit. Mittelsegment gut $^2/_3$ so lang wie das Scutellum.

Vorderflügel in der Ruhe wohl immer die Spitze des Hinterleibs etwas überragend. Etwas stärker behaart als bei *H. poecilopus*, oder die Haare doch zum mindesten dunkler getönt und dadurch kräftiger erscheinend. Im kahlen Feld der Flügelbasis ein Teil der wenigen Härchen zu einer von der Subcosta schräg basalwärts zum Unterrand des Flügels ziehenden Linie, die „Basalader" andeutend gereiht, manchmal nur 3 oder 4, oft aber bis zu 10 Härchen in einer Reihe und daneben keine oder sehr wenige ungereihte Härchen (bei *H. poecilopus* dagegen basales Feld ganz haarfrei oder mit weniger Borsten in derselben Zone wie bei Chalc. 33, diese dann aber regellos stehend, nur ganz selten einige wenige andeutungsweise eine Schrägreihe bildend). Alle Flügeladern, besonders der Radius, dunkler getönt als bei *H. poecilopus*. Radius wohl relativ länger als bei diesem, fast so lang wie der Marginalnerv.

Hinterflügel wie bei *H. poecilopus*.

Beine sehr ähnlich wie bei *H. poecilopus*, aber die dunklen Partien durchschnittlich stärker ausgedehnt als dort.

Coxen metallisch grün.

Trochanteren bernsteinbraun, im basalen Teil dunkler als im distalen.

Femora selbst bei den Vorderbeinen in der basalen Hälfte immer partiell geschwärzt, an den Mittelbeinen in den oberen $^2/_3$ oder $^3/_4$ geschwärzt (bei *H. poecilopus* meist nur die obere Hälfte und nur die Unterseite oder weniger bzw. garnichts gedunkelt), an den Hinterbeinen nur die Kniespitze aufgehellt (bei *H. poecilopus* meist unterstes Fünftel oder Viertel aufgehellt).

Tibien an Vorder- und Mittelbeinen gelb, an letzteren in der Mitte zuweilen gedunkelt, an den Hinterbeinen aber oft in der Mitte schwarz (bei *H. poecilopus* selbst an den Mittelbeinen selten und auch an den Hinterbeinen nicht oft in der Mitte etwas dunkler angeflogen).

Tarsen wie bei *H. poecilopus*.

Abdomen im ganzen gedrungen gebaut und wohl kürzer als bei *H. poecilopus*. Der helle Fleck auf dem 2. und 3. Tergit, der bei *H. poecilopus* wohl immer vorhanden ist, kaum angedeutet.

Parameren dunkel bräunlich.

Bei Alkoholkonservierung Neigung, den Hinterleib im Winkel von 90—180° ventralwärts einzuschlagen.

Weibchen.

Im ganzen viel tiefer getönt als das Männchen und noch etwas dunkler als das Weibchen von *H. poecilopus*.

Kopf in den Reflexen augenfällig dunkler als bei *H. poecilopus*, feiner skulpturiert. Breite : Länge der Kopfkapsel wie $1^1/_2 : 1$, also wie beim Männchen, wohl immer etwas breiter als die Fühlergeißel lang. Proximaler Teil der Partie zwischen Clypeus und Fühlerbasis nicht so stark vorgewölbt wie beim Männchen. Feiner skulpturiert als beim Männchen. Hinterhaupt schwächer behaart als bei diesem. Basale Begrenzungslinie des Clypeus nicht so stark eingebuchtet wie beim Männchen.

Komplexaugen wie beim Männchen, aber schmäler und kürzer, nicht ganz so leuchtend rot wie beim Weibchen von *H. poecilopus*.

Fühler wesentlich dunkler als beim Männchen, gedrungener gebaut als bei *H. poecilopus*, und Tasthaare der Fühlergeißel weniger abstehend als beim Männchen. Schaftglied im ganzen dunkler als bei *H. poecilopus*, nur an der Basis aufgehellt. 1. Geißelglied nicht

mehr als $1^1/_2$ mal so lang wie breit (bei H. *poecilopus* meist $1^1/_2$—2 mal so lang wie breit), 5. Geißelglied meist subquadratisch, nie langer als breit, 6. Geißelglied subquadratisch, Tasthaare der Fühlergeißel anscheinend etwas anliegender als bei *H. poecilopus*. Riechgruben ähnlich wie dort. Unterstes Drittel der Geißelglieder nicht plötzlich verjüngt (also nicht wie bei den Männchen der Art und auch meist bei denen von *H. poecilopus*).

Mandibeln wie beim Männchen.

Taster schwärzlich.

Thorax dunkler als beim Männchen. Kragenrand des Pronotum wie beim Männchen. Scutellum stärker gewölbt als bei letzterem.

Vorderflügel in der Ruhe deutlich die Spitze des Hinterleibs überragend. Aderung dunkler als beim Männchen, ebenso die Behaarung, im basalen Feld die Haare selbst wie dort, im übrigen aber anscheinend kürzer und dichter stehend.

Hinterflügel wie bei *H. poecilopus* mit 3 Häkchen.

Beine sehr ähnlich wie bei *H. poecilopus*, aber die dunklen Partien ebenso wie beim Männchen durchschnittlich stärker ausgedehnt als dort.

Coxen dunkel-metallisch grün.

Trochanteren dunkler als beim Männchen.

Femora der Vorderbeine am Knie noch weniger als bei *H. poecilopus* und an Mittel- und Hinterbeinen dort kaum aufgehellt.

Tibien selbst an den Vorderbeinen zuweilen ebenso wie manchmal bei *H. poecilopus* in der Mitte rauchig gedunkelt. An Mittel- und Hinterbeinen in der Mitte immer ausgedehnt tiefbraun oder schwärzlich.

Tarsen wie bei *H. poecilopus*.

Abdomen gestaltlich sehr ähnlich wie bei *H. poecilopus* und ebenso behaart.

b) *Habrocytus sp.* (Arbeitsnummer Chalc. 36)

Bei dieser Art sind nur die Männchen leicht von *H. poecilopus* Crawf. und Chalc. 33 zu unterscheiden. Die Weibchen konnten erst unlängst von Frl. cand. rer. nat. S. Farwick differentialdiagnostisch abgetrennt und züchterisch bestätigt werden. Auf sie geht auch die hier vom Weibchen gegebene Beschreibung inhaltlich zurück. Der augenfälligste Unterschied des Männchens gegenüber dem von Chalc. 33 liegt in der zitronengelben Färbung der Unterseite der Fühlergeißel.

Im einzelnen gelten folgende besondere Merkmale:

Wirt: *Apanteles glomeratus* L. aus *Pieris brassicae* L.

Verbreitung: Bislang nur in Deutschland nachgewiesen, so in Material aus Fühlingen bei Köln, Straehlen-Viersen, Hachenburg/Westerwald, Einfeld/Holstein, Posen. Weit seltener als Chalc. 33.

Typen; Institut für Pflanzenkrankheiten der Universität Bonn und Privatsammlung Prof. Dr. H. Blunck, Bad Godesberg.

Männchen.

Kopfkapsel in den Reflexen etwas leuchtender als bei Chalc 33. Hinterhaupt ein wenig kräftiger behaart als dort.

Clypeus hinten etwas eingebuchtet.

Komplexaugen breiter und kürzer, distalwärts stärker gerundet als bei Chalc. 33.

Fühler im ganzen etwas kürzer bzw. gedrungener gebaut und die Tasthaare vielleicht noch anliegender als bei Chalc. 33 Das Schaftglied erreicht lange nicht das vorderste Stirnauge, im ganzen heller als bei Chalc. 33, nur am Ende und auch dort nur dorsal schwärzlich, sonst gelb. Wendeglied unten gelb, oberseits schwärzlich. Die beiden Ringelglieder gelb. Geißel einschließlich Keule deutlich kürzer als Vordertibia + Vordertarsus, relativ noch kürzer als bei Chalc. 33. Dementsprechend auch alle Geißelglieder relativ kürzer als bei Chalc. 33. Im ganzen wirkt die Fühlergeißel infolge ihrer relativ geringeren Länge dicker als bei Chalc. 33. 1. Geißelglied nur etwa $1^1/_2$ mal so lang wie breit, 2.—5. Geißelglied nur wenig länger als dick. 6. Geißel-

glied etwa von der gleichen Gestalt wie bei Chalc. 33, das heißt kubisch, bei einem Teil der Typen aber subquadratisch. Die ganze Fühlergeißel einschließlich Keule oberseits schwärzlich, unterseits aber ausgesprochen zitronengelb.

Thorax ein wenig stärker behaart und in den Reflexen leuchtender als bei Chalc. 33. Scutellum etwa $^2/_3$ so lang wie das Scutum, stärker gewölbt als bei Chalc. 33.

Vorderflügel: Adern ähnlich wie bei Chalc. 33, ebenso die Behaarung. Auch hier also die Basalzelle kahl, nur der Basalnerv durch eine schiefe Querlinie von Börstchen angedeutet, deren Zahl um $^1/_2$—1 Dutzend schwankt.

Beine ähnlich wie bei Chalc. 33, aber im ganzen heller als dort, also wohl eher wie bei *H. poecilopus* Crawf.

Coxen metallisch grün.

Trochanteren bei allen drei Beinpaaren schwarzlich, also im Gegensatz zu den übrigen Beinsegmenten nicht heller, sondern dunkler als bei Chalc. 33.

Femora im wesentlichen wie bei Chalc. 33

Tibien bei allen drei Beinpaaren gelb, also heller als bei den meisten Individuen von Chalc. 33.

Tarsen mit Ausnahme des schwärzlichen 5. Gliedes gelb, bei den Vorderbeinen schwach bräunlich, also wie bei Chalc. 33.

Abdomen: Aufgehellte Partien an den Tergiten wie an den Sterniten noch weniger ausgedehnt als bei Chalc. 33.

Parameren heller bräunlich als bei diesem.

Weibchen.

In den Reflexen vielleicht nicht ganz so gedämpft wie bei Chalc. 33.

Kopfkapsel größer als bei Chalc. 33 und auch größer als beim Männchen. Verhältnis der Breite zur Länge aber wie bei Chalc. 33, also wie $1^1/_2$: 1. Viel dunkler, feiner skulpturiert als beim Männchen. Haare des Hinterhaupts etwas kräftiger und abstehender als bei Chalc. 33, aber ein wenig schwächer als beim Männchen. Proximale Partie zwischen Clypeus und Fühlerwurzel kaum vorgewölbt.

Clypeus hinten kaum eingebuchtet.

Komplexaugen distalwärts weniger breit abgerundet als beim Männchen, verhältnismäßig schmäler als bei diesem, auch unten spitzer auslaufend als beim Weibchen von Chalc. 33.

Fühler heller als beim Weibchen von Chalc. 33, aber weit dunkler als beim Männchen, unterseits kaum aufgehellt.

Thorax in den Reflexen vielleicht nicht ganz so gedämpft wie beim Weibchen von Chalc. 33, aber dunkler als beim Männchen, feiner skulpturiert, etwas anliegender behaart als bei diesem, nur wenig kräftiger behaart als beim Weibchen von Chalc. 33. Scutellum gedrungener als beim Männchen.

Vorderflügel: Adern kräftiger getönt als beim Männchen. Haare dichter gestellt als dort, der ganze Flügel daher dunkler erscheinend.

Beine heller als beim Weibchen von Chalc. 33, aber dunkler als beim Männchen der eigenen Art, so alle Femora nicht nur angedunkelt, sondern ausgesprochen dunkel mit metallischen Reflexen, die Tibien wesentlich dunkler als beim Männchen, wenig heller als beim Weibchen von Chalc. 33.

E. Schrifttum

(Die mit † versehenen Schriften wurden nur im Referat eingesehen)

† BAKER, A. W., The Army Worm in Ontario in 1914. Ann. Rep. Entom. Soc. Ontario **45**, p. 75—95, 1915. Ref.: Rev. appl. Entom. Ser. A, **3**, S. 552—553, 1915.

† BASINGER, A. J., Parasites reared from Argyrotaenia (Tortrix) citrana Fernald. Month. Bull. Calif. Dept. Agric. **24**, S. 233—234, 1935. Ref.: R. a. E. **23**, S. 555—556, 1935.

BIGNELL, G. C., Parasites of Abraxas grossulariata. Entomologist. Illustr. Journ. Entom. **13**, p. 245—246, London 1880.

BLUNCK, H., Über den Massenwechsel des großen Kohlweißlings bei Hamburg. Mitt. Biol. Reichsanstalt Heft 21, S. 182—184, 1920.

— — Methodisches zur Zucht von Pieris brassicae L. Arb. physiol. angew. Entom. **2**, S. 78—87, Berlin 1935. Ref.: R. a. E. **23**, p. 585, 1935.

BLUNCK, H., BREMER, H., und KAUFMANN, O., Untersuchungen zur Lebensgeschichte und Bekämpfung der Rübenfliege (Pegomyia hyoscyami Pz.). 11. Mitteilung: Die Lebensgeschichte der Rübenfliege. Arb. Biol. Reichsanstalt **20**, S. 517—585, 1933.

BRISCHKE, C. G. A., Die Ichneumoniden der Provinz West- und Ostpreußen. 1. Forts. Schrift. naturforsch. Ges. Danzig, N. F. **IV**, P. 4, S. 108—210 (Sep. S. 1—103), 1880.

† CAMERON, E., A Study of the Natural Control of Ragwort (Senecio jacobaea L.). Journ. Ecol. **23**, p. 265—322, London 1935. Ref.: R. a. E. **23**, p. 736—738, 1935.

† CHATTERJEE, P. N., On the Biology and Morphology of *Apanteles machaeralis* Wlkn. (Braconidae, Hymenopt.). Indian For. Rec. N. S. (Ent.) **5**. S. 381—395, Delhi 1939. Ref.: R. a. E. **28**, p. 538—539, 1940.

CHEVALIER, L., Biologie de deux Lépidoptères. Bull. Soc. Sciences nat. et Mus. d'Hist. Nat. 44. ann. 1925, p. 59—85, Elbeuf 1926.

† COTTERELL, G. S., Pests of Cocoa in the Gold Coast. Proc. 1st. W. Afr. Agric. Conf. Ibadan, Nigeria, p. 98—112. 1927. Ref.: R. a. E. **16**, p. 242—244, 1928.

† CUSHMAN, R. A., New Ichneumonidae from India and China. Indian For. Rec. **20**, 8 pg., Delhi 1934. Ref.: R. a. E. **23**, p. 207, 1935.

DALLA TORRE, C. G., Catalogus Hymenopterorum hucusque descriptorum systematicus et synonymicus. Vol. 3, 1141 S. 1901—1902.

DOWDEN, P. B., Lydella nigripes and L. piniariae, Fly Parasites of certain Tree-defoliating Caterpillars. — Journ. Agric. Res. **46**, p. 963—995, 1933. Ref.: R. a. E. **21**, p. 563 bis 564, 1933.

† ELLINGER, T., Preliminary Note on Corn Borer Parasites collected in 1929—1930 in the Union of Socialistic Soviet Republics. Intern. Corn Borer Invest. Sci. Rep. **3**, p. 39—41, Chicago 1930. Ref.: R. a. E. **19**, p. 146, 1931.

ESCHERICH, K., Die Forstinsekten Mitteleuropas Bd. V. Berlin, Paul Parey, 1942.

† ESTERBERG, L. K., Der Rübenzünsler (Loxostege sticticalis L.) im Distrikt Nishni-Nowgorod 1929—1930). (Russisch.) Plant Protection **8**, p. 275—292, Leningrad 1931. Ref.: R. a. E **20**, p. 262—263, 1932.

FAURE, J. C., Contribution à l'étude d'un complexe biologique: la Piéride du chou (Pieris brassicae L.) et ses parasites hyménoptères. Fac. sc. Univ. 222 + 11 pg., Lyon 1926. Ref.: R. a. E. **14**, p. 516, 1926.

† DE FLUITER, H. J., Voorloopige mededeeling van enkele resultaten, verkregen bij een onderzoek, ingesteld naar de parasieten fauna tijdens eene gradatie van Stilpnotia salicis (L.) te Wageningen. 2. Korte mededeeling over de biologie van Mycrocryptus subguttatus Grav., het belangrijkste parasietische hymenopteron van Diprion pini (L.). Tijdschr. Entom. **76**, p. VIII—XI, 1933. Ref.: R. a. E. **21**, p. 381, 1933.

FULMEK, Parasiteninsekten der beiden Kohlweißlingsarten. Neuheiten Pflanzenschutz. 30. Jahrg., S. 152—155, Wien 1937.

† GATENBY, J. B., Notes on the Bionomics, Embryology and Anatomy of certain Hymenoptera Parasitica, especially of Microgaster connexus Nees. Linn. Soc. Journ. Zool. **33**, p. 387—416, London 1919. Ref.: R. a. E. **8**, p. 57, 1920.

† GOIDANICH, A., The Insects predacious and parasitic on P. nubilalis. Boll. Lab. Entom. Bologna **4**, p. 77—218, 1931. Ref.: R. a. E. **20**, p. 445—446, 1932.

† GRANDORI, R., Contributo all'embriologia e alla biologia dell'Apanteles glomeratus (L.) Reinh. (Imenottero parassita del bruco di Pieris brassicae L.). „Redia" Giorn. Entom. **7**, p. 363—428, Firenze 1911.

GRAVENHORST, I. L. C.: Ichneumonologia Europaea. Pars III, Breslau 1829.

GYÖRFI, J., Fürkészdárzs kutatásaim eredménye, különös tekintettel a mellékgazda kérdésre. (Die Ergebnisse meiner Schlupfwespenforschungen mit besonderer Berücksichtigung der Zwischenwirtfrage.) Erdészeti Kisérletek **44**, p. 1—235, 1941.

† HANCOCK, G. L. R., Parasites and Hyperparasites of Tortrix viridana L. Entom. Month. Mag. **61**, p. 26—28, London 1925. Ref.: R. a. E. **13**, p. 162, 1925.

† HARGREAVES, H., Annual Report of the Government Entomologist. Rep. Dept. Agric. Uganda 1928, p. 44—45, 1929. Ref.: R. a. E. **17**, p. 694—695, 1929.

† HILL, C. C., Biological Studies of the Green Clover Worm. U. S. Dept. Agric. Bull. 1336, 19 pg., Washington 1925. Ref.: R. a. E. **13**, p. 634, 1925

HOLMGREN, A. E., Försök till uppställning och beskrifning af de i Sverige funna Ophionider. Svensk. Vet. Akad. Handl. II, 2, P. 8, (Oph.) p. 129, 1858.

† HOWARD, L. O. & CHITTENDEN, F. H.: The Catalpa Sphinx. U. S. Dept. Agric., Washington, Farmers Bull. no. 705, 9 pg., 1916. Ref.: R. a. E. **4**, p. 280—281, 1916.

HSIN, C. S., Beiträge zur Naturgeschichte der Blattwespen. Zeitschr. angew. Entom. **22**, S. 253—294, Berlin 1935.

† JACKSON, D. J., Further Notes on Parasites of the Magpie Moth (Abraxas grossulariata L.) in Scotland. Scot. Nat., no. 214, p. 89—98. Edinburgh 1935. Ref.: R. a. E. **23**, p. 561—562, 1935.

JÄNNER, G., Hymenoptera: Ichneumonidae. In RAPP, O., Beiträge zur Fauna Thüringens **5**, 128 S., Erfurt 1937.

† JOHANNSEN, O. A., Spruce Bud-worm (Tortrix fumiferana, Clemens). Maine Agric. Expt. Stat. Orono, Bull. 210, p. 1—31, 1913. Ref.: R. a. E. **1**, p, 201—202, 1913.

† JONES, C. R., HOERNER, J., und CORKINS, C. L., Methods of combating four Field Crop Pests in Colorado. Colorado Agric. Coll. Extens. Service, Fort Collins. Ser. 1, no. 179—A, 28 pg., 1921. Ref.: R. a. E. **10**, p. 428—429, 1922.

JORDAN, R. C. R., Parasites on the Pterophori. Entom. Monthl. Mag. **6**, 138, London 1869.

† KÉLER, S., (Ein Beitrag zur Kenntnis von *Simaethis pariana* Clerk.) (Polnisch.) Prace Wydz. Chor. Rośl. państw. Inst. nauk. Gosp. wiejsk. Bydgoszczy, no. 14, p. 95—97, 1935. Ref.: R. a. E. **23**, p. 351—352, 1935.

† KEMNER, N. A., Jordgubbsvecklaren Acalla comariana, Zell., ett betydande skadedjur på jordubbsplantor i Skåne. Medd. Centralanst.. försöks. jordbruks, nr. 315, 37 pg., Stockholm 1927. Ref.: R. a. E. **15**, p. 415—416. 1927.

KOMÁREK, J., Wichtige Neubeobachtungen aus der Biologie der Nonne. Anz. Schädlingsk. **9**, 77—82, 93—96, 1933.

† KRASUCKI, A., Spostrzezenia nad pojawem Ziolomirków (Phytonomus Schönh.) w Dublanach ob. Lwowa w roku 1923. (Beobachtungen über das Vorkommen von *Phytonomus* Schönh. in Dublany bei Lemberg im Jahre 1923). Polskie Pismo ent. **4**, pt. 1, p. 62—67, Lemberg 1925. (Deutsche Zusammenfassung.) Ref.: R. a. E. **13**, p. 214 bis 215, 1925.

† KUNTZE, R., Notizen über einige einheimische *Lophyrus*-Arten, Hym. in Sylwan. Publ. Soc. forest. Pologne Sér. A., Mem. 4, p. 1—12, Lwow 1935. Ref.: 1. Neuheiten Pflanzenschutz **29**, S. 196, Wien 1936. 2. R. a. E. **25**, p. 57, 1937.

LEDERER, G., Die Naturgeschichte der Tagfalter unter besonderer Berücksichtigung der palaearktischen Arten. Teil 1 u. 2, Frankfurt a. M. 1938 (u. ? 1939).

† LYLE, G. T., Contributions to our knowledge of the British Braconidae, Nr. 3, Microgasteridae. Entomologist London, **51**, p. 104—111 u. 129—137, 1918. Ref : R. a. E. **6**, p. 381—382, 1918.

— — Pieris brassicae and its parasite Apanteles glomeratus. Entomologist London **59**, p. 302—303, 1926.

† MAMONOV, B. A., (Beobachtungen an Loxostege sticticalis und die Ergebnisse von Versuchen über die Wirkung von Insektiziden auf Ölpflanzen). (Russisch.) 1. Journ. Agric. Res. N. Caucasus, no. 3 (20), p. 165—230. 2. Byull. Sev. Kavkaz. Kraev. S.-Kh. Opuit, Sta. no. 314, 66 pg., Rostow 1930. (Mit engl. Zusammenfass.) Ref.: R. a. E. **19** p. 109, 1931.

MARSH, H. O., Life-history of *Plutella maculipennis* (Diamondback Moth). Journ. Agric. Research, **10**, p. 1—10, Washington 1917. Ref.: R. a. E. **5**, p. 449, 1917.

MARTELLI, G., Contribuzioni alla biologia della Pieris brassicae L. e di alcuni suoi parassiti ed iperparassiti. Boll. Lab. Zool. Gen. Agrar. R. Sc. Sup. Agric., p. 170—224, Portici 1907.

— — Contributo alla conoscenza dell' „Aporia crataegi L." e di alcuni suoi parassiti ed epiparassiti. Boll. Lab. Zool. Gen. Agrar. R. Instit. Sup. Agrar. Portici **25**, p 171 bis 241, 1931.

† MATSUMURA, S., On the three Species of Dendrolimus (Lepidoptera), which attack Spruce- and Fir-trees in Japan, with their Parasites and predacious Insects. Ann. Mus. Zool. Acad. Sci. U. R. S. S. **26** (1925), p. 27—50, 1926. Ref.: R. a. E. **14**, p. 385, 1926.

† MEÏER, N. F., Schlupfwespen, die in USSR im Jahre 1929 aus Loxostege sticticalis L. gezogen sind. (Russisch.) Rep. Appl. Entom., **4**. p. 499—501, Leningrad 1930. Ref.: R. a. E. **19**, p. 284, 1931.

† MILES, H. W., The Diamond-back Moth, Plutella maculipennis Curt. Ann. Rep. Kirton Agric. Inst. 1923, p. 45—48, Kirton 1924. Ref.: R. a. E. **12**, p. 283, 1924.

† MINKIEWICZ, S., (Feld- und Gartenschädlinge, die 1919 in Pulawy und Umgegend beobachtet wurden.) (Polnisch.) Mem. Inst. nat. pol. Econ. rur. Pulawy **1**, Pt. A. no. 2, p. 141—157, Krakow 1921. Ref.: R. a. E. **13**, p. 146, 1925.

MÖLLER, G. Fr., Om Kålfjärillarvens Parasiter. Entom. Tidskr. **7**. p. 81—85, Stockholm 1886.

MOSS, J. E., The Natural Control of the Cabbage Caterpillars, Pieris sp. Journ. Anim. Ecol. **2**, p. 210—231, London 1933. Ref.: R. a. E. **22**, p. 38, 1934.

MUGGERIDGE, J., The White Butterfly (*Pieris rapae*) and its Parasites. New Zealand Journ. Agric. **47**, p. 135—142, 1933. Ref.: R. a. E. **22**, p. 40, 1934.

† NÄGELI, W., Die kleine Fichtenblattwespe (Lygaeonematus pini Ratz. = Nematus abietinus Christ). Mitt. schweiz. Anst. forstl. Versuchsw. **19**, p. 213—381, 1936. Ref.: R. a. E. **25**, p. 212—213, 1937.

† NEWTON, H. C. F., Notes on some Parasites reared from Fleabeetles of the Genus Phyllotreta (Chrysomelidae). Entom. Month. Mag. **67**, p. 82—84, London 1931. Ref.: R. a. E. **19**, p. 421, 1931.

† NORDMAN, A. F., Über die Biologie und Verbreitung von Zelleria ribesiella, de Joann. Not. entom. **6**, p. 51—55, Helsingfors 1926. Ref.: R. a. E. **14**, p. 384, 1926.

† OBARSKI, J., (Ein Schädling der Rosen und Erdbeeren. *Cladius pectinicornis*.) (Polnisch.) Choroby Roślin **1**, Sep. 10 S., Warschau 1931. Ref.: R. a. E **20**, p. 344, 1932.

PADDOCK, F. B., The Sugar-beet Web-worm (Loxostege sticticalis Linn.). Journ. Econ. Entom., Concord N. H. **5**, p. 436—443, 1912. Ref.: R. a. E. **1**, p. 40—42, 1913.

PAILLOT, A., Perezia legeri, sp. n., Microsporidie nouvelle, Parasite des Chenilles de Pieris brassicae. C. R. Soc. Biol. **81**, p. 187—189, Paris 1918. Ref.: R. a. E. **6**, p. 190, 1918.

— — Sur Thelohania mesnili, microsporidie nouvelle, parasite des Chenilles de Pieris brassicae L. C. R. Soc. Biol. **90**, p. 501—503, Paris 1924. Ref.: R. a. E. **12**, p. 186, 1924.

— — Sur Perezia pieris, Microsporidie nouvelle parasite de Pieris brassicae L. C. R. Soc. Biol. **90**, p. 1255—1257, Paris 1924. Ref.: R. a. E. **12**, p. 337, 1924.

— — Sur une nouvelle maladie du noyau ou grasserie des chenilles de Pieris brassicae et un nouveau groupe de micro-organismes parasites. C. R. hebdom. Acad. Sci. **182**, p. 180—182, Paris 1926. Ref.: R. a. E. **14**, p. 150, 1926.

— — L'infection chez les insectes. Immunité et symbiose. Med. **8**, 535 pg., Trévoux 1933. Ref.: R. a. E. **21**, p. 569, 1933.

† PFANKUCH, K., Schlupfwespen an Stachelbeersträuchern fliegend. Entom. Jahrb. **32**, p. 130—137, 1923. Ref.: R. a. E. **13**, p. 101, 1925.

† PHIPPS, C. R., The Chain-dotted Measuring Worm. A. Blueberry Pest. Bull. Maine Agric. Expt. Sta., no. 345, p. 34—48, Orono 1928. Ref.: R. a. E. **17**, p. 82—83, 1929.

PLAAS, G., Der Stachelbeerspanner Abraxas grossulariata L. in Schleswig-Holstein. Zeitschr. wiss. Insekt. Biol. **26**, S. 183—191, 1931; **27**, S. 12—17, 1932. Ref. R. a. E. **20**, p. 507, 1932.

† DU PORTE, E. M., Some Insect Parasites of the Bud Moth. 7. Ann. Rep Quebec Soc. Prot. Plants from Insects and Fung. Diss. (1914—1915), p. 76—77, Quebec 1915. Ref.: R. a. E. **3**, p. 583—584, 1915.

† PUZANOVA-MALUISHEVA, E. V., (Über die Lebensweise von Eurytoma amygdali End., einen Pflaumenschädling). (Russisch.) Rev. russe Entom. **24**, p. 166—178, Moskau 1930. Ref.: R. a. E. **19**, p. 595, 1931.

RATZEBURG, J. T. Ch., Die Ichneumonen der Forstinsekten in forstlicher und entomologischer Beziehung, als Anhang zur Abbildung und Beschreibung der Forstinsekten. **1**, 8 u. 224 S., 1844; **2**, 8 u. 238 S., 1848; **3**, 19 u. 272 S., Berlin 1852.

RICHARDS, O. W., The Biology of the Small White Butterfly (*Pieris rapae*), with special Reference to the Factors controlling its Abundance. Journ. Anim. Ecol. **9**, p. 243 bis 288, London 1940. Ref.: R. a. E. **29**, p. 313—314, 1941.

† RITCHIE, A. H., Report of the Entomologist 1934. Rep. Dept. Agric. Tanganyika 1934, p. 73—83, Daressalam 1935. Ref.: R. a. E. **23**, p. 664—666, 1935.

† RITZEMA BOS, J., De gestreepte Dennenrups (Trachea piniperda, Panz. = Panolis griseo-variegata, Goeze). Tijdschr. Plantenziekt. **26**, p. 28—60, 71—104 u. 113—115, Wageningen 1920. Ref.: R. a. E. **8**, p 225, 1920.

† SACHAROV, N. L., (Report of the Entom. Stat. of the Astrachan Soc.. of Fruit-growning. Gardening, Market-gardening, and Fieldcultivation). (Russisch.) Astrachan, 25 pg. 1913. Ref.: R. a. E. **1**, p. 534—536, 1913.

† SALT, G., Miscellaneous Records of Parasitism. Journ. Soc. Brit. Entom. **1**, p. 125 bis 127. Southampton 1936. Ref.: R. a. E. **24**, p. 362, 1936.

† SCHEDL, K. E., Parasites reared from Forest Insects in 1929. Canad. Entom. **64**, p. 1 bis 2, Orillia 1932. Ref.: R. a. E. **20**. p. 249—250. 1932.

SCHEIDTER, F., Forstentomologische Beiträge. Nr. 16. Zeitschr. Pflanzenkrankh. **44**, p. 362 bis 379, Stuttgart 1934.

SCHMIDT, E., Über einen Fall von Sekundärparasitismus: Eine Ophionine aus der Tachine des Erlenblattkäfers. Mitt. deutsch. entom. Ges. **6**, S. 7—10, Berlin 1935. Ref.: R. a. E. **23**, p. 394, 1935.

SCHMIEDEKNECHT, O., Opuscula Ichneumonologica **4**, Fasc. 18—29, S. 1407—2271, Blankenburg 1908—1911.

SERVADEI, A.. Contributo alla conoscenza delle *Hyponomeuta padellus* L., *cognatellus* Hbn. e *vigintipunctatus* Retz. Boll. Lab. Entom. **3**, p. 254—301, Bologna 1930. Ref.: R. a. E. **19**, p. 441—442, 1931.

— — Contributo alla conoscenza dei Tentredinidi (Hymenoptera, Symphyta) delle rose. II. Arge pagana Panz. Boll. Lab. Entom. **6**, p. 179—208, Bologna 1934. Ref.: R. a. E. **22**, p. 364, 1934.

SEURAT, L.-G., Contribution à l'étude des Hyménoptères entomophages. a) Thèse Facult. Sc., 159 pg. Paris 1899, b) Ann. Sc. nat. **10**, p. 1—159, Paris 1899.

† SITOWSKI, L., Do biologji pasorzytów borecznika (Lophyrus Latr.). Rocz. Nauk roln. lesn. **14**, Sep. 25 pg. Posen 1925. (Deutsche Zusammenfass.). Ref.: R. a. E. **13**, p. 445, 1925.

† — The Pine Moth (P. flammea) and its Parasites in Poland. Roczn. Nauk roln. i lesn. **27**. — Sep. 12 pg. Posen 1932. Ref.: R. a. E. **20**, p. 387—388, 1932.

SMITH, H. S., An Attempt to redefine the Host Relationships exhibited by Entomophagous Insects. Journ. Econ. Entom., Concord **9**, p. 477—486, 1916. Ref.: R. a. E. **5**, p. 15, 1917.

† STRAUSS, T. F., The Grape Leaf-folder. U. S. Dept. Agric. Washington, Farmers' Bull. no. 419, 16 pg., 1916. Ref.: R. a. E. **5**, p. 66—67, 1917.

SCHWANGART, F., Über Rebenschädlinge und -nützlinge. V. Die Schlupfwespen der Traubenwickler. Zuchtergebnisse. Centralbl. Bakt., Parasit. u. Infektionskrankh., II. Abt., **48**, p. 543—558, 1918. Ref.: R. a. E. **8**, p. 353, 1920.

† SWENK, M. H., The Sugar-beet Webworm and its control. Bull. State Entom. Nebraska Lincoln, nr. 7, 16 pg. 1918. Ref.: R. a. E. **7**, p. 9—10, 1919.

† TAKIZAWA, M., Studies on the Apple Fruit Borer Grapholitha inopinata Heinr. Manchuria Rly agric. Exp. Sta. Bull. no. 16, p. 77—113, Yugakuja 1936. Ref.: R. a. E. **24**, p. 632—633, 1936.

† THEOBALD, F. V., The Apple Leaf Skeletoniser (Hemerophila pariana, Clerck). Bull. S.-E. Agric. Coll., no. 7, 10 pg., Wye, Kent 1928. Ref.: R. a. E. **17**, p. 15, 1929.

THOMSON, C.-G.. Notes Hyménoptérologiques. II. Teil. Ann. Soc. Entom. France, 6. Serie, **5**, p. 327—344, Paris 1885.

† TRÄGÅRDH, I., Skogsentomologiska Bidrag II. Medd. Stat. Skogsförsöksanst. **20**, no. 6, p. 401—424, Stockholm 1923. Ref.: R. a. E. **12**, p. 98—99, 1936.

† TZEDELER, O. E., (Die Kohlschabe — *Plutella maculipennis* Curt. in ihren Beziehungen zum Senfbau.) (Russisch.) Zh. opuitn. Agron. Yu. Vostoka **9**, p. 165—195, Saratow 1931. Ref.: R. a. E. **19**, p. 443—444, 1931.

† UCHIDA, T., Eine neue Art und eine neue Form der Ichneumoniden aus China. Insecta matsum. **5**, p. 157—158, Sapporo, Japan 1931. Ref.: R. a. E. **19**, p. 576, 1931.

† — — Über die Schmarotzerhymenopteren von Grapholitha molesta Busck in Japan. Insecta Matsum. **7**, p. 153—164, Sapporo, Japan 1933. Ref.: R. a. E. **21**, p. 548, 1933.

† — — Einige Ichneumonidenarten aus China. Insecta matsum. **9**, p. 1—5, Sapporo, Japan 1934. Ref.: R. a. E. **23**, p. 207, 1935.

† VANCE, A. M., Microgaster tibialis Nees as a Hymenopterous Parasite of Pyrausta nubilalis Hubn. in Europa. Ann. Entom. Soc. Amer. **25**, p. 121—135, 1932. Ref.: R. a. E. **20**, p. 364—365, 1932.

† VOUKASSOVITCH, P., Observations sur les parasites et hyperparasites d'Hyponomeuta malinellus, Zell. C. R. Soc. Biol. **96**, p. 170—172, Paris 1927. Ref.: R. a. E. **15**, p. 124, 1927.

† — — Contribution to the Study of Insect Associations. Spomenik **70**, 1. Ser., p. 35—91, Belgrad 1931. Ref.: R. a. E. **20**, p. 259—260, 1932.

† WEBSTER, R L., Potato Insects. Iowa State Coll. Agric. Expt. Sta., Ames, Bull. no. 155, p. 359—420, 1915. Ref.: R. a. E. **5**, p. 141, 1917.

WELLENSTEIN, G., Die Nonne in Ostpreußen (1933—1937). Monographie angew. Entom. Nr. 15, 682 S., Berlin 1942.

† WILKINSON, D. S., On two New Parasites from West Africa bred from the Cacao Barksapper (Sahlbergella). Bull. Entom. Res. **17**, p. 309—311, London 1927. Ref.: R. a. E. **15**, p. 241, 1927.

† — — New Parasitic Hymenoptera and Notes on other Species. Bull. Entom. Res. **20**, p. 103—114, London 1929. Ref.: R. a. E. **17**, p. 506—507, 1929.

† WILSON, G. F., Two lesser known Pests of Fruit Trees. Gardeners Chron. **83**, p. 416 bis 418, London 1928. Ref.: R. a. E. **16**, p. 376, 1928.

† WILSON, J. W., Notes on the Biology of Laphygma exigua Huebner. Florida Entom. **16**, p. 33—39, 1932. Ref.: R. a. E. **21**, p. 80, 1933.

Verschiedenes

JOSEF JABLONOWSKI (1863—1943)[1]

Von K. ESCHERICH

Am 6. September 1943 ist unser Ehrenmitglied JOSEF JABLONOWSKI, Generaldirektor des Landwirtschaftlichen Versuchswesens in Ungarn, gestorben. Geboren am 16. Februar 1863 in Szepesolaszi (Oberungarn), begann er nach Absolvierung seiner Studien an der Akademie in Sarospatak und der Universität in Budapest seine Laufbahn 1890 als Assistent an der Kgl. Ungarischen Staatlichen Entomologischen Station, die damals unter der Direktion des berühmten Hemipterologen Dr. GEZA HORVATH stand. Nachdem dieser als Direktor-Custos zur Zoologischen Abteilung des Ungarischen Nationalmuseums berufen worden war, folgte ihm JABLONOWSKI als Direktor, später im Range eines Generaldirektors im landwirtschaftlichen Versuchswesen Ungarns.

In den 32 Jahren, die er als Chef an der Spitze der Entomologischen Station stand, erhob er sein Institut auf große Höhe, so daß es nicht nur als unentbehrliche Versuchs- und Beratungsstelle der ungarischen Landwirtschaft, sondern auch in wissenschaftlichen Fachkreisen hochgeschätzt wurde. JABLONOWSKI und sein Institut wurden in aller Welt bekannt. Seine zahlreichen amtlichen Missionen nach dem Ausland, Vorträge auf Kongressen, Äußerungen bei internationalen Verhandlungen, sowie Abhandlungen in Fachblättern der ganzen Welt schafften nicht nur persönliche Verbindungen, sondern dienten auch dem Ansehen der ungarischen wissenschaftlichen Tätigkeit. Außer seinen persönlichen Eigenschaften hat auch vielfach seine beneidenswerte Sprachkenntnis dazu beigetragen. Er war ja aller Kultursprachen in Wort und Schrift mächtig.

Seine Fachwirkung betraf besonders die Erforschung der Lebensweise und Bekämpfung der tierischen Schädlinge der Land-, Gartenbau- und Weinbauwirtschaft. Auf diesen Gebieten gibt es keinen wichtigeren Schädling seines Heimatlandes, mit dem er sich nicht befaßt und dessen Bekämpfung, die einheimischen Gegebenheiten in Betracht ziehend, er nicht mit Erfolg durchgeführt hätte.

Am Anfang seiner Laufbahn beschäftigte er sich mit dem Studium der Anguilluliden der Getreidepflanzen (Getreideälchen). Bald aber wurde ihm eine wichtigere Aufgabe zuteil: die Lösung der Bekämpfung der marokkanischen Heuschreckenplage, die in Ungarn zu Ende des vergangenen Jahrhunderts mit zunehmender Wucht die Landwirtschaft bedrückte. Die Bekämpfung wurde damals nach der sogenannten cyprischen Methode mit Fanggruben und Treiben durchgeführt. JABLONOWSKI hat diese nicht immer erfolgreiche Methode nicht befriedigt. Nach vielen Versuchen konstruierte er eine Heuschreckenvertilgungsmaschine, die billig arbeitet und einen sicheren Erfolg hat. Seitdem ist die Vernichtung der Heuschrecken in Ungarn kein Problem mehr.

Lieblingsstudium war sein ganzes Leben lang die Frage der Bekämpfung der Zuckerrübenschädlinge, deren Ergebnisse er in einem deutschen Buch: Die tierischen

[1] Die Unterlagen zu diesem Nachruf wurden mir in liebenswürdiger Weise von Herrn Generaldirektor Dr. G. KADOCSA überlassen, wofür ich auch hier verbindlichst danke.

Feinde der Zuckerrübe (Budapest 1909) niedergelegt hat. Dieses Werk gehört zu den Klassikern der angewandten Entomologie und ist heute buchhändlerisch eine Seltenheit geworden.

Als zu Anfang des Jahrhunderts die Hessenfliege und andere Getreidefliegen wachsenden Schaden verursachten, wurden von der Entomologischen Station langjährige Versuche und Untersuchungen angestellt. JABLONOWSKI hat mit seinen Mitarbeitern (BAKO, BENCZUR, KADOCSA) eine erfolgreiche Bekämpfungsweise ausgearbeitet, die hauptsächlich auf einer späten Aussaat (Mitte Oktober) des Wintergetreides und frühen Aussaat des Sommergetreides besteht. Auch der Maiszünsler erforderte vieljährige Untersuchungen. Dieser Schädling ist einer der wichtigsten in Ungarn, wo die Maiskultur sehr ausgedehnt ist. Mit seinen Mitarbeitern, besonders BAKO, wurde auch dieses Problem gelöst, nämlich durch das Vernichten der die überwinterten Raupen bergenden Stengel und Stoppeln während des Winters bis Mitte Mai. Auf Grund dieser Untersuchungen wurde in Ungarn die Bekämpfung des Maiszünslers gesetzlich vorgeschrieben. Die ungarische Methode wurde auch in USA. eingeführt.

JABLONOWSKI stellte ferner durch vieljährige Untersuchungen fest, daß die Getreidethripse mit Unrecht an der Weißährigkeit beschuldigt werden. Seine in deutschen Fachblättern veröffentlichten Aufsätze über diese Frage gaben zu lebhafter Diskussion Grund, bis endlich KORTING in seiner gründlichen Arbeit (Zeitschr. f. ang. Ent. XVI. 1930) JABLONOWSKIS Behauptung rechtfertigte.

Die Bekämpfung der Feldmäuse, der tierischen Schädlinge des Hopfens, des Spring- und Traubenwicklers, der Schildläuse ungarischer Weinbaugebiete, der tierischen Schädlinge der Obstbäume usw. wurde durch langjährige Untersuchungen und Versuche geprüft und verbessert. Die Lebensweise des Apfelwicklers (*Carpocapsa pomonella)* hat er schon vor 40 Jahren für ungarische Verhältnisse so genau festgestellt, daß die späteren und allerneuesten Untersuchungen keine wichtigeren Abänderungen aufweisen können. Auch mit den Vorratsschädlingen beschäftigte er sich, besonders mit den Schädlingen der Mühlen und des Mehles. Sein Manuskript über die Mühlenschädlinge ist leider bis heute noch nicht erschienen.

Seiner Aufmerksamkeit sind auch die die Gesundheit gefährdenden Insekten nicht entgangen. Über die Hauswanze und die Flöhe schrieb er größere Arbeiten und hielt Vorträge in Medizinerkreisen. L. O. HOWARDS Buch: "The house fly" übersetzte er gleich nach dem Erscheinen ins Ungarische und die Ungarische Naturwissenschaftliche Gesellschaft gab es heraus. (Budapest 1917.) Mit seinem Mitarbeiter KADOCSA schrieb er gemeinsam ein Büchlein über die Rattenplage (Budapest 1921).

Nicht wenig interessierte ihn die Bienenzucht, die er auch praktisch ausübte. Besonders beschäftigte er sich mit den Schmarotzern und Schädlingen der Bienen, über die er zahlreiche Artikel in den einheimischen Fachblättern schrieb.

Seine literarische Produktion während seines 40jährigen Staatsdienstes war erstaunlich. Außer etwa einem Dutzend selbständiger Bücher sind mehr als 1000 größere Arbeiten und Aufsätze aus seiner Feder erschienen. Es gibt kein wichtigeres ungarisches wissenschaftliches, landwirtschaftliches, gärtnerisches, landwirtschaftlich-industrielles Fachblatt oder Zeitschrift, in der er nicht Arbeiten publiziert hätte.

Große Verdienste erwarb er sich dadurch, daß er stets in engster Verbindung war mit der Praxis. Die Wissenschaft war für ihn nicht Eigenzweck, vielmehr ein Hilfsmittel zur Erleichterung des Lebenskampfes. Darum war er immer sehr aktiv in den verschiedenen landwirtschaftlichen und gärtnerischen Vereinigungen, wo er zahlreiche Vorträge hielt, wie er überhaupt jede Gelegenheit benützte, in Wort oder Schrift zu unterrichten.

Seine Verdienste wurden durch mehrere Auszeichnungen (Orden und Titel) gewürdigt. Er war außerdem Ehrenmitglied des Ungarischen Landes-Agrikulturvereins, des Landesvereines Ungarischer Weinwirte, Ausschußmitglied der Ungarischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft, Vorsitzender, dann Ehrenmitglied der Ungarischen Entomologi-

schen Gesellschaft, Ehrenmitglied der Deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie, Mitglied des Rates für Pflanzenschutz im Internationalen Institut für Landwirtschaft in Rom usw.

Durch seine Reisen und Teilnahme an Kongressen wurde er mit den meisten europäischen Kollegen bekannt. Eine Studienreise im Jahre 1896 führte ihn durch Italien, Frankreich, Niederlande, Belgien, Deutschland und die Schweiz. In Vertretung der ungarischen Regierung nahm er teil: 1920 in Rom an den Sitzungen der internationalen Konvention zur Bekämpfung der Heuschrecken (L'organisation de la lutte contre les sauterlles), 1927 ebenfalls in Rom an den internationalen Verhandlungen für Weizen (Conferenze international du blé), 1924 wieder in Rom an den Sitzungen der internationalen Konvention für Pflanzenschutz (Conv. internat. pour la protection des végétaux), dann 1912 an dem Zoologen-Kongreß in Zürich, und auf Einladung der Deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie im gleichen Jahr auf ihrer Mitgliederversammlung in Hamburg, wo er (18. September) unter allgemeinem Beifall einstimmig zum Ehrenmitglied ernannt wurde.

Mit seiner erstaunlichen Leistungsfähigkeit, seinem ewig-lebendigen Geiste und der Fähigkeit andere zu begeistern, hat er seinem Vaterland große Verdienste erworben. Sein Name wird in den Blättern der ungarischen landwirtschaftlichen Wissenschaft unvergeßlich bleiben; aber auch außerhalb Ungarns wird Josef Jablonowski stets mit besonderer Verehrung genannt werden.

Persönlich war Jablonoswski ein selten liebenswürdiger warmherziger Mensch, der jeden, der mit ihm zusammenkommen durfte, in seinen Bann schlug. Für mich gehören die Tage, die ich in seinem so überaus gastlichen Heim im Kreise seiner Familie zubringen durfte, zu jenen, die ich stets in dankbarer Erinnerung behalten werde.

Über Ausbildung von Diplombiologen

Von Professor Dr. K. Friederichs, Reichsuniversität Posen

A. Grundsätzliche Vorbemerkungen

Der Wissensstoff ist in allen Disziplinen so angewachsen, daß seine Bewältigung durch den Lernenden mit der Zeit immer schwieriger wird. Es besteht daher und aus anderen Gründen bei jeder Studienordnung die Gefahr der Überbelastung des Studierenden gegen die sich gerade originale Naturen nicht selten instinktiv zur Wehr setzen. Ferner gibt es einseitig Begabte oder Interessierte, die gegen gewisse Wissensgebiete sich refraktär verhalten, z. B. für Mathematik. Die Studien- und Prüfungsordnungen sollten daher sehr elastisch sein. Andernfalls ist damit zu rechnen, daß Folge der Regelung zwar die Erzielung eines gut ausgebildeten Durchschnitts ist, besondere Naturen, die Höchstleistungen vollbringen könnten, aber manchmal ausgeschlossen würden.

Allerdings regeln sich diese Verhältnisse im Leben bis zu einem gewissen Grade zwangsläufig. Ist die Nachfrage größer als das Angebot (vgl. Volksschullehrer), so ist es unvermeidlich, daß die Ansprüche an die formale Vorbildung bei der Anstellung herabgesetzt oder zeitweise eingeschränkt werden.

Es wird sich, wie bisher nicht ganz selten, immer wieder der Fall ergeben, daß ein Autodidakt für eine bestimmte Anstellung geeigneter erscheint als ein Zünftler. Zwar soll das Diplom nur die Eignung für die Zunft bescheinigen; es ist mit dieser Einrichtung noch nicht ausgesprochen, daß jeder andere Entwicklungsgang von der Anstellung ausschließt, aber durch einen solchen entstehen für den Betreffenden Nachteile. Wenn, wie zu erwarten, für die wissenschaftlich-praktische Tätigkeit auch Kräfte eingespannt werden müssen, die keine geregelte Vorbildung gehabt haben, so wird es meist nur gerecht sein, wenn sie in Rang und Gehalt niedriger eingestuft werden als die Zünftler, in besonderen Fällen sollte aber die Leistung ausschlaggebend sein. Dies ist aus der analogen Erfahrung heraus geschrieben, daß Mechaniker, Präparatoren u. dgl., die Be-

sonderes leisten, sehr oft nicht ihren Leistungen, sondern nur den bestandenen Staatsprüfungen gemäß eingestuft werden, woraus in gewissen Fällen geradezu tragische Folgen entstanden sind. Die Prüfungen sollten daher in solchen Fällen nur ein allgemeiner Anhalt sein. Es kann sonst auch in der Biologie so kommen, daß „gelernte", „angelernte" und „ungelernte" (Kopf-) Arbeiter strikte unterschieden werden. Bisher war das nicht ausgesprochen der Fall, und die Sache fuhr gut dabei.

Die Schaffung des Grades „Diplombiologe" wird in dem Augenblick, da für die Erwerbung des Doktorgrades ein bestandenes Staatsexamen Voraussetzung wird, notwendig, da das Examen für das höhere Lehramt ein in vielen Fällen nicht zweckmäßiger Umweg wäre. Frühere Pläne für eine solche Studien- und Prüfungsordnung sind, soweit ich sehe, bisher immer deswegen in Anfängen stecken geblieben, weil es nicht gelang, die Anforderungen richtig abzustimmen. Immer kam eine zu starke Belastung heraus, die ein sehr langes Studium erfordert hätte. Um dies zu vermeiden, wird man gut tun, die Vorschriften für den schon länger bestehenden Grad des Diplomlandwirtes zu Rate zu ziehen. Diese sehen eine Vorprüfung über die Grundausbildung nach 2 Semestern vor, die Hauptprüfung nach 6 Semestern. Nicht alle Studienfächer sind Gegenstand der Prüfung, selbst wichtige nicht, z. B. der Pflanzenschutz. Es werden nur im Anschluß an die Prüfung über Pflanzenbau von dem Vertreter dieses Fachs einige Fragen aus dem Gebiet des Pflanzenschutzes gestellt. Es hat sich auf Grund der Erfahrungen im Gebrauch der Vorschriften herausgestellt, daß die ursprünglichen Anordnungen noch vereinfacht werden mußten und konnten. — Spezielle Ausbildung, etwa zum Tierzuchtinspektor oder Diplomphytopathologen (auf landwirtschaftlicher Grundlage) bleiben dabei zusätzlichen Semestern überlassen.

Auch für den biologischen Studiengang ist es dringend zu empfehlen, die spezielle Ausbildung in zwei zusätzliche Semester zu verlegen, schon zur Entlastung des Kandidaten, der dann seine Prüfungen in drei Stationen ablegen und sich nach der zweiten dem eigentlichen Gegenstand seiner späteren Tätigkeit unbeschwert zuwenden kann. In einem mir vorliegenden Entwurf finde ich diese Fächer, wie z. B. Fischereibiologie oder Wirtschaftsschädlingskunde, als „Beifächer" bezeichnet. Sie werden richtiger als „Sonderfächer" bezeichnet, da sie doch der besondere Studiengegenstand des Kandidaten sind.

Zur Erlangung der Reife für die Vorprüfung braucht der Biologe voraussichtlich vier Semester[1]) und mehr. Wie lange dann das Gesamtstudium normalerweise dauern muß, wird erst die Erfahrung zeigen. Verlangt werden sollte nur eine Dauer von sechs Semestern bis zur Hauptprüfung. Für die Erlangung des Diploms müßte die Zusatzprüfung in einem Sonderfach Voraussetzung sein. Der erteilte Grad sollte in jedem Falle „Diplombiologe" heißen, nicht „Diplomfischereibiologe" oder dgl., dies im Interesse des Biologenstandes.

B. Über einzelne Fächer

1. Chemie

Die Erwerbung eingehender Kenntnisse darin erfordert viel Zeit. Für den Biologen, soweit er sich nicht für diesen Gegenstand besonders interessiert, kann dieselbe Regelung empfohlen werden, die an der Reichsuniversität Posen für das Landwirtschafsstudium besteht. Professor Dr. H. Schmalfuss faßt den chemischen Unterricht einer Woche in 4 Stunden = 5 Vorlesungsstunden (8—12) an einem Tage zusammen; er besteht aus 1—2 Stunden Vorlesung; die verbleibende Zeit dient zu Übungen. Dies wird über 2 Semester ausgedehnt.

[1]) Für den Landwirtschaftsstudenten sind nur 2 Semester vorgesehen.

2. Meteorologie

In jenem Entwurf ist auch diese unter den obligatorischen Unterrichtsfächern aufgeführt. Sie steht scheinbar in stärkster Beziehung z. B. zum Pflanzenschutzberuf. In Wahrheit hat dieser nur Beziehung zu Klima und Wetter, nicht zu ihrer Vorhersage usw. Was der Vertreter des Pflanzenschutzes zu erlernen hat, ist die Wirkung von Klima und Wetter auf die Lebewesen, die Bioklimatologie, die ein Teil der Ökologie ist. Eine Vorlesung über Meteorologie kann für den Biologen nützlich sein, wenn sie besonders darauf eingestellt ist; in der Regel aber wird der Biologe viel mehr hören, was er nicht braucht, als von dem, was er braucht. Die Teilnahme sollte daher nicht obligatorisch sein. Die Messung der klimatischen Faktoren würde am besten mit einem „kleinen physiologischen Praktikum" verbunden (dazu auch pH-Messung u. a.). Wenn einmal die Ökologie den ihrer Bedeutung entsprechenden Platz im Studium erhalten haben wird, so wird die Faktorenmessung zu ihrem Bereich gehören. Eine Prüfung in Meteorologie kommt jedenfalls nur im Anschluß an Ökologie in Betracht.

3. Mathematik

Ich würde es bedauern, wenn die Mathematik in die Grundausbildung obligatorisch aufgenommen würde. Selbst von den Forschern bedient sich nur ein gewisser Teil ihrer mit Liebe und Geschick; andere — die meisten Diplombiologen sind doch nicht für die Forschung bestimmt — kommen mit den Schulkenntnissen, wenn sie nicht (wie meist) mit dem Abitur mehr oder weniger verflogen sind, und mit dem Gebrauch der Handformeln aus; wem es aber gut liegt, der mag während des Studiums dieses Fach weiter pflegen, dessen Bedeutung für die biologische Forschung erheblich, wiewohl begrenzt ist. Wenn Mathematik nur fakultativer Unterrichtsgegenstand ist, so ist damit wieder eine gewisse Entlastung erzielt; das Gegenteil könnte manchen von diesem Studium abschrecken.

4. Geologie

Was der Diplombiologe bei praktischer Tätigkeit braucht, ist weniger Geologie als Bodenkunde. Doch können wir keinen Enzyklopäden aus ihm machen und können ihm keine besonderen Vorlesungen über Bodenkunde zumuten. Über die Geologie schreibt Groos in der Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft: „. . . Überhaupt ist die Geologie und Paläontologie im Rahmen des Studiums der Naturwissenschaften in letzter Zeit stark in den Hintergrund getreten. In den verschiedenen Studienordnungen der einzelnen naturwissenschaftlichen Disziplinen treten beide Fächer überhaupt nicht mehr in Erscheinung. Und doch sind beide, zumindest für einen allgemeinen Überblick über die Natur, den man eigentlich von jedem Naturwissenschaftler verlangen sollte, unbedingt notwendig . . ."

Geologie und Paläontologie sollten entweder in die Grundausbildung aufgenommen oder doch gefordert werden, daß zu irgendeiner Zeit während des Studiums eine einführende Vorlesung darüber gehört werden muß. Das ist aber nur dann angängig, wenn dafür eine zusammengedrängte, zweistündige Vorlesung besonders gehalten wird, Geologie und Paläontologie vereinigt; wenn das nicht in zwei Stunden geht, dann in drei.

Ich rate aber davon ab, in diesen Fächern zu prüfen, außer insofern, daß eine paläontologische Übersicht zum zoologischen und botanischen Studium gehört. Es muß dann in der Studienordnung für solche Fächer, die wie dieses nicht geprüft, aber doch verlangt werden, vorgeschrieben werden, daß der Kandidat den Nachweis erbringt, die betreffende Vorlesung gehört zu haben.

Bodenkunde sollte zu den Fächern gehören, die nicht verlangt werden, auch nicht als Sonderfächer gewählt werden können, in denen aber eine Prüfung abgelegt werden kann. Sie werden zweckmäßig als Zusatzfächer bezeichnet und sollten beliebig (im Rahmen der Naturwissenschaft) gewählt werden können, z. B. Mathematik,

Physik, Chemie, Geologie, Anthropologie. Bei Chemie und Physik bedeutet das dann den Nachweis von Kenntnissen, die über das in der Vorprüfung Verlangte hinausgehen.

5. Anthropologie

Eine Vorlesung über Anatomie und Physiologie des Menschen sollte in keinem Fall pflichtmäßiger Bestandteil des Studiums sein, da man nicht über alles, was man wissen soll, eine ganze Vorlesung braucht. Ich würde eine solche aber empfehlen für gewisse Fälle, nämlich neben Anthropologie und Rassenhygiene, aber nur dann, wenn ein entsprechendes besonderes Kolleg für Biologen gelesen wird. Die medizinischen Vorlesungen dieser Art würden zu viel Zeit kosten.

6. Ökologie

Es gibt nur so wenige Vertreter sowohl der fachlichen wie der überfachlichen Ökologie unter den Hochschullehrern, daß diese Wissenschaft im allgemeinen nur im Hintergrund steht. Zwar beschäftigen sich viele Zoologen mit Einzelfragen der Ökologie, aber in dem Sinne, wie man „Physiologen", „Morphologen" usw. unterscheidet, ist der „Ökologe" selten, vollends der Landschaftsbiologe, denn die Vertreter derjenigen Zweige von Wissenschaft und Praxis, für die die Ökologie eine Grundlage ist, sind zwar auch Ökologen, aber irgendwie spezialisiert, etwa als Hydrobiologen. Wir brauchen Vertreter der Ökologie nebst der immer wichtiger werdenden Landschaftsbiologie als Dozenten; wir haben sie nicht, und sie können nicht von heute zu morgen in Erscheinung treten; es gehört auch eine besondere, universalistisch gerichtete Begabung zu mehr als durchschnittlichen Leistungen darin. Um die Zahl der Ökologen zu vermehren, mag es sich empfehlen, „Ökologie und Landschaftsbiologie" als ein Sonderfach für die Zusatzprüfung zuzulassen. Dieser Gegenstand ist übrigens so umfangreich, daß er mindestens zwei andere Sonderfächer aufwiegt.

Wie ich mir den Unterricht in Ökologie vorstelle, habe ich 1937 dargestellt und will einiges darauf Bezügliche hier wiederholen:

Im 5. Semester eine Vorlesung (2stündig): Autökologie (Form und Verhalten im Zusammenhang mit der Wohnwelt), Synökologie (Lebensgemeinschaft und Lebensräume). Das Ganze der Natur. Bevölkerungslehre (Massenwechsel der Pflanzen und Tiere). Im 6. Semester: Übersicht über die Geschichte der Kulturpflanzen und der Haustiere. Die biologische Linie der Kulturgeschichte (Verhalten zur Natur: Mensch als Sammler, Jäger, Viehzüchter, Ackerbauer, Wechsel der Kulturperioden in Verbindung mit säkularen Veränderungen, insbesondere des Klimas). Rassen. Menschliche Bevölkerungslehre. Das Problem „Natur und Technik". Naturschutz. Prinzip der wirtschaftlichen und medizinischen Schädlingskunde, dargestellt an Beispielen. Landschaftsgestaltung und ihre Begründung aus dem Vorhergehenden u. a.

Diese letztgenannte Vorlesung umfaßt, wie man sieht, sehr viel, aber nicht Heterogenes, wenn man die ökologischen Leitgedanken zugrunde legt. Alles wird in sehr konzentrierter Form dargeboten und durch Lektüre ergänzt werden müssen. Es muß dabei versucht werden, den Studenten die Grundbegriffe in der Weise erarbeiten zu lassen, daß eine den Hörern gut bekannte Landschaft als Lebensraum mit seiner Lebensgemeinschaft zugrunde gelegt und als Ganzes in allen Einzelheiten behandelt wird. Kolloquien müssen sich anschließen. Wenn man nicht bei allen viel erreicht, so ist zu bedenken, daß es bis jetzt meist so liegt, daß der „Biologe" die Universität bisher zu verlassen pflegt, ohne je die genannten Stoffgebiete anders als höchstens brockenweise erhascht zu haben. Die Teilnahme an diesem Unterricht sollte nicht in das Belieben gestellt, sondern in der Prüfungsordnung verankert sein.

Angewandte Biologie

Für diejenigen Studenten der Biologie, die sich einem praktischen Fach nicht zuwenden wollen, sollte eine zwei- bis dreistündige Vorlesung obligatorisch sein (auch für

Lehramtskandidaten!), in der eine Übersicht über die Anwendung der Biologie in Wirtschaft, Medizin und Hygiene gegeben wird. Dies kann in gedrängter Kürze und in der Form ausgewählter Beispiele geschehen.

C. Die Grundfächer

Grundfächer sind Zoologie und Botanik. Die Vererbungswissenschaft ist in beiden mit enthalten und sollte daher auch nicht besonders geprüft werden. Wird sie für sich geprüft, weil jene Fächer übergreifend, so wäre ihr ebenfalls übergreifendes Gegenstück, die Ökologie (mit Landschaftsbiologie) ebenfalls besonders zu prüfen. Wenn sich das jetzt noch nicht gut machen läßt, weil es an Dozenten dafür fehlt, so kommt es mit der Zeit bestimmt.

Chemie und Physik unter die Grundfächer aufzunehmen, z. B. in der Kombination Zoologie, Physik, Chemie, würde ich nicht für richtig halten. Zoologie und Botanik gehören immer zusammen.

D. Die Sonderfächer

1. Hydrobiologie und Fischereibiologie sind zwar sehr verwandt, müssen aber je als ein besonderes Fach gelten. Ob sie, wenn zwei Sonderfächer verlangt werden, nur für eines zusammen gelten, wäre von den Vertretern dieser Fächer zu beurteilen. Züchtungskunde wäre mit Fischereibiologie zweckmäßig zu verbinden.
2. Wirtschaftsschädlingskunde sollte stets mit Phytopathologie verbunden sein.
3. Als Sonderfächer sollten mit zugelassen werden: Entomologie, Ornithologie und Saugetierkunde, z. B. mit Rücksicht auf Brieftaubenkunde, Gebrauchshunde usw., aber auch für Arbeit in Museen; in solchen Fällen sollte in Studium und Prüfung besonderer Wert auf die Kenntnis der allgemeinen Regeln der Taxonomie und auf Museumstechnik gelegt werden.

Natürlich kann für jeden Teil der Biologie der Anspruch, als Sonderfach zugelassen zu werden, erhoben werden, z. B. für Physiologie oder Anatomie. Wenn nur solche Sonderfächer zugelassen werden, die direkte Beziehung zur Praxis des Lebens haben, so würde mancher, der sich nicht der angewandten Biologie widmen will, doch gezwungen sein, darin eine Prüfung abzulegen, denn zwei Sonderfächer sind ja in jedem Fall vorgesehen. Vielleicht könnte aber in solchem Fall, wenn der Kandidat die Zusatzprüfung mit der Hauptprüfung zu verbinden wünscht, dem stattgegeben werden.

In jenem Entwurf ist allgemein Prüfung in zwei Sonderfächern vorgesehen. Es wurden bereits Fälle genannt, in denen die Verbindung notwendig ist. In anderen Fällen dürfte sie entbehrlich sein, aber man kann wohl nicht einmal zwei, ein anderes Mal nur ein Sonderfach verlangen. Doch sollte jedesmal das zweite Fach, auf das der Kandidat weniger Wert legt, als „Beifach" unterschieden werden, und die Prüfungsansprüche sollten in diesem herabgesetzt werden im Vergleich zum Hauptsonderfach.

E. Sonstiges

1. Technische Hochschulen mit geeigneter biologischer Abteilung kommen meines Erachtens für das gesamte Studium der Diplombiologen und für die Zeit nach dem Vorexamen in manchen Fällen sogar sehr in Betracht. Der Diplombiologe ist nun einmal — man mag diese Entwicklung gutheißen oder bedauern — meist etwas wie ein biologischer Ingenieur, und selbst die „reine" Wissenschaft ist davon stark beeinflußt.

2. Allgemeine Vorschriften über die zu belegenden Vorlesungen und Übungen halte ich nur in Gestalt von Empfehlungen für zweckmäßig. Sie werden doch oft durch Anforderungen, die der einzelne Lehrer stellt, modifiziert. Mir scheint u. a. nur der Nachweis eines geordneten Studiums nötig, nur bezüglich bestimmter Lehrfächer (z. B. Geologie, siehe oben) mögen besondere Vorschriften nötig sein.

Es wird sich empfehlen, für das biologische Studium Lehrpläne nach dem Beispiel des landwirtschaftlichen Studiums aufzustellen, die, ohne bindende Vorschrift zu sein, doch praktisch binden, weil der Unterricht darauf zugeschnitten ist, indem z. B. im Winter nur Unterricht für die ungeraden, im Sommer nur für die geraden Semester stattfindet. Die Vorschriften für das Landwirtsdiplom können überhaupt, wie schon gesagt wurde, als Muster in einigen Hinsichten nützlich sein, da sie erprobt sind.

3. Die Anführung der in den Fächern zu erlangenden Kenntnisse scheint mir nicht nötig, weil durch den Inhalt der betreffenden Wissenschaften gegeben. Wenn sie aber geschieht, so betone ich den Wert der Ökologie für alle Sonderfächer. Der nähere Unterricht darin gehört nicht in die Grundausbildung, sondern in die spätere Studienzeit.

Für die Wirtschaftsschädlingskunde wären als die zu verlangenden Kenntnisse etwa zu nennen: eingehende Kenntnis der Formen des Insektenreichs und der Schädlinge aus dem gesamten Tierreich, ihrer Lebensweise und der Art ihrer Bekämpfung. Ökologische Grundlagen der Epidemiologie und der Bekämpfung: allgemeine Autökologie und Biocönotik, Landschaftsbiologie und Landschaftsgestaltung, Standortsanalysen, Messung der ökologischen Faktoren. Physiologische Grundlagen: Sinnesphysiologie, anhangsweise: Tierpsychologie. Art und Wirkung der Bekämpfungtweisen, ihre Möglichkeit im Rahmen der Wirtschaft. Gesetzliche Vorschriften. Technik der Präparation von Insekten. Literatur. Mittelprüfung.

Es ist unbedenklich, daß sich dies mit der Ökologie überschneidet. Für die Wirtschaftsschädlingskunde ist sie so grundlegend, daß besondere Behandlung von diesem Gesichtspunkt aus nur nützlich sein kann. Außerdem besteht für angemessenen ökologischen Unterricht bei dem Mangel an Dozenten dafür vorläufig keine Gewähr.

4. Wenn praktische Ferienarbeit gefordert wird, so ist bei Wirtschaftsschädlingskunde jeder nicht zu einseitige Einsatz in der Landwirtschaft geeignet. Keinesfalls aber sollte ein praktisches Jahr auf dem Lande gefordert werden, das die Kandidaten nur älter machen und ihre Heirat verzögern würde, ohne für das Verständnis der Landwirtschaft notwendig zu sein.

5. Ein nicht unwichtiger Punkt ist auch die Frage, ob für dieses Studium Kenntnisse des Lateinischen und des Griechischen Vorraussetzung sein sollen. Ich halte diese für nötig für jeden Forscher und auch für das Studium der Biologie

a) weil das Auswendiglernen der fremdsprachlichen Ausdrücke schwerer ist als das Behalten durch Verständnis. Oft enthält der sprachliche Sinn die Definition;

b) wegen der Schulung des Sprachgefühls und damit der sprachlichen Ausdrucksfähigkeit (die beim Durchschnitt bekanntermaßen seit langem im Abnehmen begriffen ist), sowie wegen des allgemeinen kulturellen Niveaus, da doch unsere Kultur nun einmal eine ihrer Grundlagen in der Antike hat. Aneignung der entsprechenden Kenntnisse nach der Schule ist zwar ein lahmer Notbehelf, immerhin der gänzlichen Unkenntnis des Lateinischen vorzuziehen. Der nachträgliche Unterricht im Griechischen kann, wie mir scheint, in der kurzen dafür verfügbaren Zeit keine nützlichen Ergebnisse haben, so daß wohl nur das Kompromiß der Beschränkung auf das Latinum übrig bleibt.

6. Was die neu einzurichtenden Vorlesungen und Übungen betrifft, so halte ich für die Wirtschaftsschädlingskunde die Einrichtung eines Entomologischen Seminars (nachdem das in Rostock mit meinem Weggang von dort weggefallen ist) für notwendig. Das ist aber eine Frage für sich, die hier nicht weiter zu behandeln ist. Dazu würde dann auch die Errichtung eines Lehrstuhls für Entomologie (systematisch-ökologischer Richtung) gehören; Phytopathologie müßte am Ort vertreten sein, außerdem Unterricht in Ökologie; auch dies ist eine Frage, die besonders und ausführlich behandelt sein will. Nur so viel sei hier gesagt, daß besondere Einrichtungen (Lehrstühle, Abteilungen, Institute) für Ökologie (mit Landschaftsbiologie) nur da Sinn hätten, wo un-

mittelbar schneller Zugang zur freien Natur besteht, also z. B. nicht in einer Industriegegend. Die hauptstädtischen Universitäten allerdings würden darauf nicht verzichten können, obwohl jene Bedingung nur mangelhaft erfüllt ist.

7. Selbst wenn alles Überflüssige möglichst vermieden wird, läßt sich nicht voraussehen, ob der Student den von ihm verlangten Stoff in der erwarteten Zeit wird bewältigen können. Es kann leicht so kommen, daß es ein ebenso langes Studium wird wie das für das Schulamt. Es wird sich aber auch durch Erfahrung herausstellen, wo noch Abstriche gemacht werden können und müssen.

Hier sind nur diejenigen Fragen behandelt worden, zu denen der Verfasser, früher Leiter des Entomologischen Seminars zu Rostock, glaubte Wichtiges sagen zu können und zu müssen.

Originalaufsätze

Aus dem Institut für Pflanzenkrankheiten der Versuchs- und Forschungsanstalt für Wein- und Gartenbau, Geisenheim a. Rh.

Kritische Untersuchungen zur Analyse des Massenwechsels der Insekten

Von

F. Stellwaag

Mit 9 Abbildungen

Inhalt

1. Problemstellung und Ziel der Untersuchungen

Zwei Symbole beherrschen seit 20 Jahren die Forschung auf dem Gebiete der Abhängigkeit der Insektengradationen von den abiotischen Elementen:

1. Die Beziehung Temperatur-Entwicklungsdauer, wie sie sich in der Hyperbel oder besser in der Exponentiallinie ausdrückt.

2. Die Beziehung Temperatur-Feuchtigkeit, dargestellt durch Ellipsen, die wie die Schalen einer Zwiebel Felder gleicher Sterblichkeit umschließen. Als kleinster Bereich grenzt sich das vitale Optimum ab, d. h. das Gebiet, innerhalb dessen nach allgemeiner Auffassung die geringste Sterblichkeit beobachtet wird.

Beide Sinnbilder, unter konstanten Bedingungen stets neu gewonnen an zahlreichen Insektenarten und ihren einzelnen Stadien, geben Aufschluß über optimale und pessimale Lebensbedingungen entsprechend der erblich bedingten Reaktionsmöglichkeit. Ihre Bedeutung liegt vor allem darin, daß sie zur Analyse der im Vordergrund der Untersuchungen stehenden Übervermehrungen beitragen sollen. Für Beurteilung der Verhältnisse im Freiland wurde es nicht nur als stillschweigend erlaubt,

sondern als nahezu selbstverständlich betrachtet, das Brutschrankklima dem Freilandklima gleichzusetzen, innerhalb dessen die Insektengesellschaften auf den Pflanzen leben und sich die Schwankungen der Populationsdichte abspielen.

Dieses Bioklima unterscheidet sich nun allerdings in verschiedener Hinsicht wesentlich von konstanten Bedingungen. Die Luftmassen befinden sich in turbulentem Wechsel, Erhitzung und Abkühlung folgen ungeordnet aufeinander, akute Störungen treten auf und der Rhythmus zwischen Tag und Nacht verändert Strahlung und Feuchtigkeit. Polare, tropische, maritime und kontinentale Luftkörper wechseln ab, so daß man an einem Ort in verschiedene geographische Zonen versetzt werden kann. Dies gilt schon für das Großraumklima, noch mehr aber für das Standortklima und das Kleinklima um die Individuen herum. Wenn der Organismus auf Temperatur- und Feuchtigkeitseinflüsse so fein antwortet, daß sich, wie die Veröffentlichungen ausweisen, mathematische Gesetzmäßigkeiten ableiten lassen, so muß auch bei Schwankung der Extreme und als Folge der stets wechselnden Kombination der Elemente ein Einfluß angenommen werden. Treten noch ungeordnete Störungen auf, wie dies im Kleinklima eines Biotops regelmäßig der Fall ist, und steht die gesamte Population unter dynamisch unruhigen Bedingungen abiotischer und biotischer Art, so sind besondere Reaktionen zu erwarten, die sich bei der Arbeit mit dem Thermostaten der Aufmerksamkeit entziehen. Hinzu kommt, daß im Labor die Kausalverbindungen so einfach und durchsichtig wie möglich gestaltet werden müssen, damit ebenso einfache Gleichungen abgeleitet werden können. Das Wechselspiel der verschiedenartigen Bedingungen innerhalb der Biozönosen läßt aber kein Element unberührt.

Unabhängig von der Biologie hat sich nun die Meteorologie der letzten Jahre bemüht, die Gesetzmäßigkeiten gerade des Kleinklimas aufzudecken (8). Die Untersuchungen zeigten, daß Mittelwerte des Großraumklimas, bei denen die Extreme verschwinden, für biologische Zwecke nicht viel bedeuten. Fast stets weicht das bodennahe Klima in überraschender Weise von ihm ab. Erwärmung und Abkühlung, Wechsel zwischen Trockenheit und Feuchte gehen ihren eigenen Gang in zeitlicher und räumlicher Hinsicht. Für unser Problem folgt, daß die Abhängigkeit der Insektenbevölkerung unmittelbar und mittelbar vom Kleinklima, also von der Temperaturböen in Rechnung zu setzen ist.

Die Fortschritte der Agrarmeteorologie und der Mikroklimatologie sind bisher noch kaum für das hier zu behandelnde Problem planmäßig ausgewertet worden. Immerhin haben wenigstens einige Forscher die Frage aufgeworfen, ob den im Laboratorium gewonnenen Erkenntnissen Allgemeingültigkeit zugesprochen werden darf.

Die Arbeit mit konstanten Temperaturen und Feuchtigkeiten legte es nahe, unter geringer Abänderung der Methode gestaffelte Temperaturen und Feuchtigkeiten auf die Insektenstadien einwirken zu lassen.

Nach BODINE (1925, 2) und PARKER (1930, 30) werden Heuschreckeneier durch niedere Temperaturen stimuliert. EIDMANN (5) kam 1933 bei *Panolis flammea* zum Ergebnis, daß Temperaturschwankungen um das Optimum innerhalb der vitalen Zone auf die Entwicklungsdauer keinen Einfluß haben: MICHULSKI (1931, 28) stellte beim Mehlkäfer eine Verzögerung fest. Nach GÖSSWALD (1936, 10) schadet bei *Lophyrus pini* schroffer Wechsel nichts. Die Entwicklungsgeschwindigkeit scheint gefördert zu werden. HACKBART (1939, 15) studierte die Einwirkung kurzfristig wirkender Temperaturstöße. Sie erhöhen die Sterblichkeit und vermindern die Eiproduktion. Der physiologische Gesundheitszustand wird verschlechtert, so daß die Widerstandskraft der betroffenen Tiere gegen erneut einsetzende Schlechtbedingungen verringert sein kann. HASE (1928. 17) und JANISCH (1930, 21) sprechen niederen Temperaturen eine Verzögerungswirkung zu.

Die Widersprüche in den Ergebnissen überraschen bei Tieren, die untereinander in ihrer Temperaturabhängigkeit unter konstanten Bedingungen keine Ausnahmen zeigen. Es ist daher anzunehmen, daß die Zeit der Einwirkung und die Methode nicht überall die gleiche war und vor allem, daß die Auswertung nicht einheitlich durchgeführt wurde. Soll man Tages-Mittelwerte oder Stunden-Mittelwerte nehmen oder mit der Anfangstemperatur vergleichen?

Kaum weniger Übereinstimmung zeigen die Ergebnisse von Versuchen unter den schwankenden Bedingungen, wie sie das Freiland darbietet.

BODENHEIMER (1) spricht davon, daß Temperaturschwankungen auf *Sympherobius amicus* verzögernd wirken. CHAPMANN (3), der 1925 mit der Heuschrecke *Melanoplus atiantis* arbeitete, fand im Freiland eine Entwicklungsbeschleunigung. GLENN (1909, 9) und andere machten ihre Zuchten bei Außenbedingungen und konnten keine Unterschiede feststellen. Dasselbe bestätigt HARUKAWA (1929, 16) für *Laspeyresia molesta* Die Versuche von COOK (1927, 4) an *Agrotis orthogenia* zeigen deutlich, daß die Entwicklung rascher verläuft. Ähnliches fand SHELFORD (1929, 35), dem ZWÖLFER (1934, 45) beipflichtet. Die Erfahrungen sprechen dafür, daß die Mittelwerte der Freilandtemperaturen im Vergleich zu entsprechenden konstanten Temperaturen eine Beschleunigung der Entwicklungsgeschwindigkeit von rund 8% bewirken. Eine Beschleunigung nehmen ferner an SANDERSON und PEAIRS (1913, 31) und JANISCH (1933, 22), während MAERCKS (1937, 26) sie ablehnt. KAUFMANN (24) führte 1932 Berechnungen über die Entwicklungsdauer unter schwankenden Temperaturen durch. Er folgert auf Grund theoretischer Erwägungen, daß innerhalb der Behaglichkeitszone eine Beschleunigung der Entwicklung eintreten müsse. Gleichsam die Bestätigung fand MARCUS (1934, 27) an den einzelnen Entwicklungsstadien der Nonne gelegentlich seiner Untersuchungen im Lorenzer Reichswald. Er verglich die Entwicklungsdauer mit dem Durchschnitt der im Bestand gemessenen Temperaturen und erhielt folgende Werte.

Tabelle 1

Entwicklungsdauer der Nonne. Nach MARCUS

	Im Freiland	Im Labor
Ei	8 Tage	10,1 Tage
Larve 1	7 „	10,6 „
Larve 2	6 „	7,2 „
Larve 3	5 „	5,2 „
Larve 4	6 „	6,2 „

Auch im Freiland mögen methodische Schwierigkeiten den Anlaß zu verschiedenen Auffassungen gegeben haben. Es ist notwendig, das Klima in nächster Nähe der Zuchten zu messen. Abweichungen sind z. B. festzustellen, wenn man die Werte des Großraumklimas aus einer entfernten Hütte in 2 m Höhe oder Monatsmittelwerte benutzt.

Wie ersichtlich, besteht in der grundsätzlichen Frage der Vergleichbarkeit der Labor- und Freilandgesetzmäßigkeiten keine Einigkeit. Dies betrifft zunächst die Entwicklungsdauer als die am leichtesten feststellbare Größe, aber auch andere Beziehungen. Ein Beispiel: SCHWERDTFEGER (32) beobachtete 1932 im Freiland bei 7,6° C ein lebhaftes Schwärmen der Forleulenfalter, während sie nach den Laborversuchen ein an Starrezustände erinnerndes Verhalten hätten zeigen müssen. So ist es verständlich, daß MORS (29) in der eben erschienenen großen Monographie von WELLENSTEIN (43) sagt: Welchen Einfluß ein wechselndes Klima hat, wie wir es im natürlichen Lebensraum des Schädlings antreffen, bleibt noch befriedigend zu klären.

Seit einer Reihe von Jahren befasse ich mich, unterstützt von meinen Mitarbeitern, mit der Gradation der Traubenwickler. Die beiden Arten, der einbindige Wickler *Clysia ambiguella* und der bekreuzte *Polychrosis botrana*, ausgesprochen stenöke, an niederschlagsarme Gebiete angepaßte Rebschädlinge, die im deutschen Weinbaugebiet in dauerndem Massenwechsel die Ernten beeinträchtigen, werden weder von Parasiten noch von Krankheiten in ihrer Populationsdichte merklich verändert. Sie gehorchen den abiotischen Faktoren, und zwar empfindlich. So war die Möglichkeit gegeben, sie zu Untersuchungen in der vorliegenden Frage zu verwenden. Schon Dr. L. SPRENGEL (36) hatte mit mir 1931 das Verhalten im Kleinklima aufzuhellen versucht, Dr. B. GÖTZ (11) studierte sie neuerdings physiologisch und unter konstanten wie alternierenden Bedingungen, ich arbeitete in Parallelversuchen im Freiland (37, 38), Dr. M. BAKOWSKI widmete sich den statistischen Erhebungen im Weinberg und Dr. B. GÖTZ konnte durch Herstellung sinnreicher Apparate weitere Einblicke im Freiland gewinnen (12, 13, 14). Die Ergebnisse, soweit sie veröffentlicht sind, sollen hier nicht wiederholt werden. Unsere Gesamtbefunde aber sind geeignet, die Brauchbarkeit der Laborversuche kritisch zu beleuchten und grundsätzliche Schlußfolgerungen allgemeiner Art zu ziehen. Dies betrachte ich im folgenden als meine Aufgabe.

2. Versuchsfeld und Methode

Auf meine Anregung hatte der Leiter der Agrarmeteorologischen Forschungsstelle des Reichsamts für Wetterdienst, Geisenheim, Herr Dr. N. WEGER mit Hilfe strahlungsunempfindlicher Feininstrumente 1939 und 1942 verschiedene Weinberge in der Nähe Geisenheims mikroklimatisch untersucht (40). Die für jede mikroklimatische Arbeit wichtigen Apparate wurden in der „Umschau" (41) näher beschrieben. Von den Ergebnissen ist hier der Wechsel der Temperatur an wolkenlosen Einstrahlungstagen besonders hervorzuheben, wie es in Abb. 1 wiedergegeben ist. Das untere Band zeigt die Wärme-

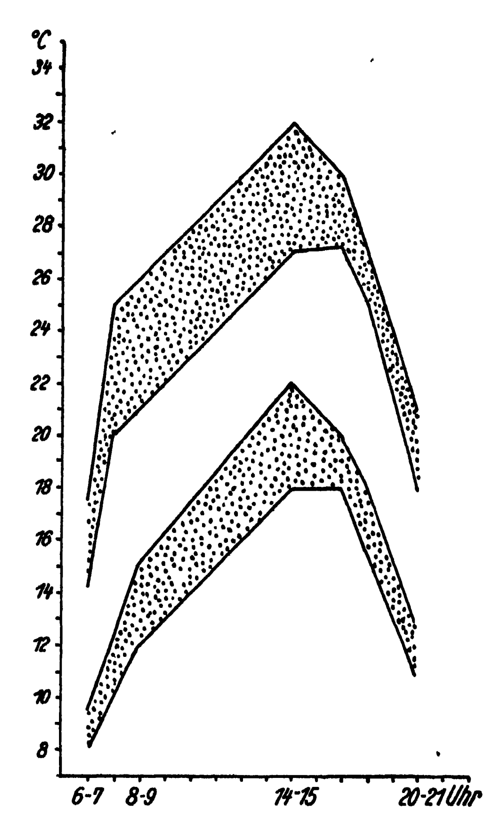


Abb. 1. Tageslauf der Temperatur in 50 cm Höhe von 6–21 Uhr in einem Weinberg. Unten im Mai, oben im Juni. Umgezeichnet nach WEGER

verhältnisse im Mai, das obere Ende im Juni. Von 6—7 Uhr herrschte im Mai zwischen den Rebstöcken in 50 cm Höhe, wo sich Eiablage und Raupenentwicklung abspielen, eine zwischen 8—9,4° C schwankende Temperatur. Von 8—9 Uhr stieg sie auf etwa 12—15° C und erreichte die Höchstwerte zwischen 17,5 und 21° C um 14—15 Uhr. Gegen Abend um 20 bis 21 Uhr sank sie auf etwa 11 bis 12,5° C herab. Die Junitemperaturen lagen wesentlich höher und erreichten am Mittag über 31° C. Als Tagesschwankungsbreite konnten etwa 17° C errechnet werden.

Zwei Ergebnisse brachte also diese Untersuchung: Die Temperatur erreichte im Laufe des Tages eine Schwankung von 13° bzw. 17° C, und es herrschten an jedem Ort unruhige Temperaturen, die sich in einer mehr oder weniger starken Bandbreite graphisch darstellen lassen.

Dieses Geschehen kann mit dem des Großraumklimas nicht verglichen werden. An trüben Tagen dagegen hat das Großraumwetter eine gewisse Ähnlichkeit mit dem in den Weinbergen. Mikroklimatologie ist bekanntlich Schönwetterklimatologie.

All diese Schwankungen, vor allem die akut auftretenden Extremwerte sind in der Bearbeitung schwer zu fassen. Von allen Methoden eignet sich am besten die Errechnung der Stundendurchschnitte (37), nachdem das Verfahren von meteorologischer Seite auf seine Brauchbarkeit geprüft und mit Erfolg zur Lösung eines botanischen Problems (42, 18) angewandt worden war. In meinen Veröffentlichungen (1940 und 1943, 37, 38) sind alle Einzelheiten der Versuche mitgeteilt. Notwendig ist, daß die Temperaturen in nächster Nähe der biologischen Objekte gemessen werden. So kommt man zu exakten Ergebnissen, die einen Vergleich mit denen unter konstanten Temperaturen gestatten.

Die Luftfeuchtigkeit schwankte bei den Versuchen, von einigen Ausnahmen abgesehen, in geradezu monotoner Weise zwischen 50 und 95—100 %.

In Abb. 2 ist ein Blatt eines Thermohygrographen aus dem Beobachtungsgebiet wiedergegeben. Die Temperatur bewegt sich zwischen 13° und 27° C, springt aber zu Beginn der Beobachtung am zweiten Tag über die Grenze von 30° C. Der gebräuchliche Thermohygrograph arbeitet nicht so fein, daß die ständige Unruhe im Mikroklima zum Ausdruck kommt, doch ergeben die Aufzeichnungen Werte von ausreichender Genauigkeit. Außer dem täglichen Rhythmus zeigt die Luftfeuchtigkeitskurve wenig Abweichungen.

Die zur Freilandkontrolle der Aktivität der Falter verwendeten Apparate hat Görz an verschiedenen Orten ausführlich beschrieben (12, 13, 14).

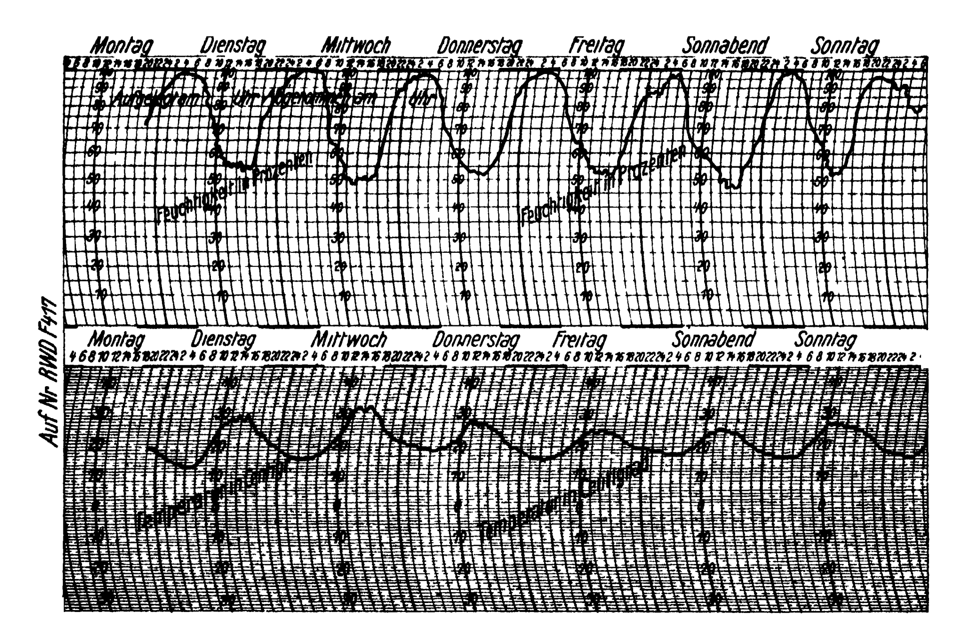


Abb 2. Aufzeichnungen eines Thermohygrographen während der Eientwicklung Am 2 Tag kurze Überschreitung des Schwellenwertes auf 29—30° C. Luftfeuchtigkeit zwischen 50 und 100%

3. Temperatur und Entwicklungsdauer

Aus äußeren Gründen arbeiteten wir mit Eiern des bekreuzten Traubenwicklers (*Polychrosis botrana*). Ihre Entwicklung ist eine Funktion vor allem der Temperatur. So ergeben sich klare Einsichten. Die Aufzucht von Raupen dieses Schädlings wie anderer gestaltet sich schwieriger, da sie gefüttert werden müssen und somit neue Faktoren hinzukommen, die einen Einfluß ausüben und die Kausalbeziehungen trüben können.

Unter konstanten Temperaturen verläuft die Temperaturentwicklungsdauerkurve nach empirischen Werten, wie in Abb. 3 rechts (Kurve a) dargestellt. Wegen ihrer Übereinstimmung mit der Exponentiallinie sei auf Götz (11) verwiesen. Bei 15,1° C beträgt die Eidauer etwa 14,5 Tage, bei 25° C um 4,5 Tage. Der Verlauf der Kurve ändert sich bei 30° mit etwa 3,5 Tagen. Die bisher abwärts sinkende Linie steigt im Bogen aufwärts. Diese kürzeste Entwicklungsdauer wird von Janisch als Temperaturoptimum bezeichnet. Hier soll die Sterblichkeit 0 betragen oder bei zusätzlichen Schadfaktoren ihren kleinsten Wert erreichen. Danach müßten also in unserem Falle Wärmegrade nach abwärts eine zunehmende pessimale, ungeeignete Umgebung darstellen, die womöglich eben noch die Existenz gestattet. Wir werden später erkennen, daß diese Auffassung für *Polychrosis botrana* im Freiland nicht zutrifft und daß hier die Temperaturen des Optimums vernichtend wirken. Mit zunehmender Wärme nimmt die

Sterblichkeit rasch zu. Bei 30,8° Wärme und 3,2 Tagen Entwicklungsdauer findet der Bogen sein Ende. Die Streuung ist gering. Sie läßt sich aus den Punkten der Einzelwerte entnehmen.

Im Gegensatz zu dem durch die Verbindungslinie dargestellten Verhalten bei gleichbleibender Wärme zeigen die Eier im Freiland eine höhere Entwicklungsgeschwindigkeit [1]). Durch Punkte sind die Versuchsergebnisse in Abb. 3 links dargestellt und durch die Linie b verbunden. Kurve a und b streben auseinander, je mehr die Eier einem kühlen Bereich ausgesetzt waren. Im einzelnen betragen die Unterschiede:

bei 21° C . . . . fast 1 Tag
bei 18° C . . . . über 1 Tag
bei 16° C . . . . 2 ½ Tage
bei 15° C . . . . fast 3 ½ Tage.

Mit Hilfe der Stundenmittelwerte konnte somit einwandfrei nachgewiesen werden, daß ein periodischer Wechsel zwischen warm und kühl, d. h. etwa zwischen 10 und etwa 25° C und somit im Mittelbereich der möglichen Gesamtkurve eine Entwicklungsbeschleunigung herbeiführt. Die gefundenen Werte liegen außerhalb der unter konstanten Bedingungen beobachteten Streuung. Entsprechend meiner früheren Darstellung (37) und der allgemeinen theoretischen Ableitung von Kaufmann (24) für das Freiland ergibt sich ungezwungen ein Hyperbelausschnitt.

Meine Freilanduntersuchungen mit Eiern liefen von 1940—1943, also 3 Jahre mit verschiedenem Witterungscharakter hindurch. Obwohl ich die Versuche unter hohen Temperaturen im Weinberg (allerdings unter Ausschaltung der Strahlung) und kühlen im Schatten eines Hauses oder von Gebüschen ausführte, liegen alle Durchschnittswerte zwischen 13° und 22°. Das ist auffällig. Der Rheingau gehört zum wärmsten Gebiet Deutschlands. Innerhalb dieser Wärmeinsel werden die höchsten Temperaturen vor allem zwischen Reben gemessen. Rheingau, Pfalz und Mosel, die in den Temperaturmonatsmitteln ungefähr übereinstimmen, zählen in Deutschland zu den Hauptschadensgebieten der Traubenwickler, in denen die Individuenmasse oft wesentlich größer ist als in anderen Weinbaugebieten Europas. Trotzdem wird das Temperaturoptimum der Kurve nicht erreicht. Wenn nun die Tagesdurchschnittstemperaturen selbst in den besten Massenwechselgebieten nicht einmal 25° C übersteigen, ist anzunehmen, daß auch sonst in Beständen, vor allem im Wald höhere Tagesdurchschnittstemperaturen kaum eine Rolle spielen. Dies entspricht den tatsächlichen Verhältnissen. Geiger (8) berichtet, daß in einem Buchenbestand an schönen Sommertagen nur eine Temperaturspanne von 14°—20,6° C gemessen wurden. Er selbst beobachtete in einem

[1]) Wie sehr die Arbeit mit Stundenmittelwerten befriedigt, zeigt deren Verwendung bei konstanten und gestaffelten Temperaturen. Gerade für Versuche mit den letztgenannten scheint sie mir der einzige Weg zu sein, damit die Ergebnisse vergleichbar werden.

Kiefernbestand an 15 ungestörten Septembertagen einen täglichen Temperaturgang von etwa 6,5 bis fast 15° C. Noch geringer sind allgemein die Gegensätze bei Trübwetter. Im ganzen entstehen. infolge der Bodeneinflüsse im Wald keine sehr hohen Lufttemperaturen. Damit darf der untere Teil der Kettenlinie mit der Umkehr der Entwicklungsdauer (Abb. 3a unten) für das Freiland vernachlässigt werden. Der Streit, ob Kettenlinie oder Hyperbel, ist hier praktisch bedeutungslos. Man begeht für das Freiland keinen Fehler, wenn man mit der Hyperbel arbeitet, die zudem rechnerisch und bezüglich der Auffindung des Entwicklungsnullpunktes wertvoll ist, worauf ich noch eingehen werde.

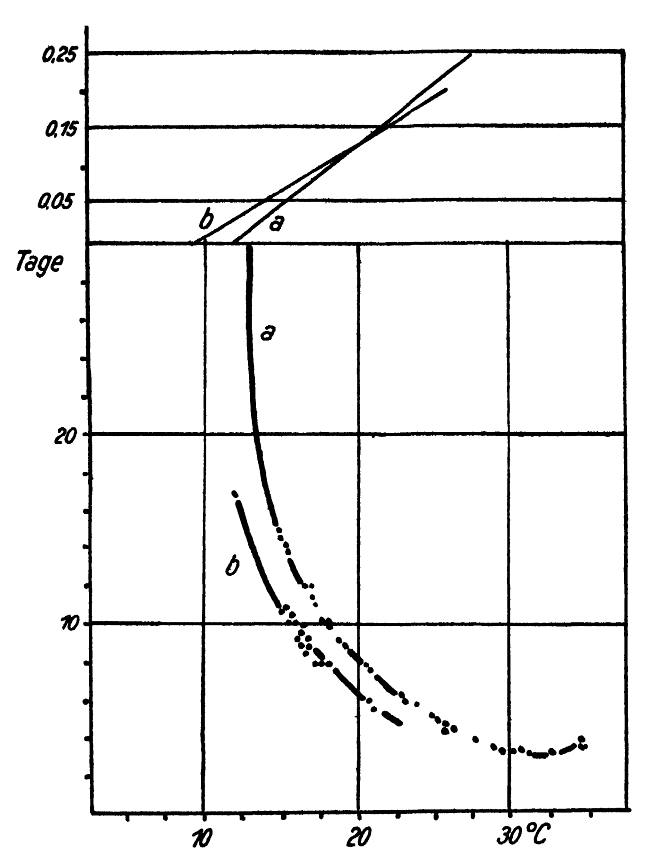


Abb. 3. Temperatur-Entwicklungsdauerkurve von *Polychrosis botrana*. Rechts (a) die Werte bei konstanter Temperatur. Oben (a) die Reziproke. Sie schneidet die Abszisse etwa bei 13° C. Links die Werte bei Freilandtemperaturen (b). Die Reziproke (b oben) trifft auf die Abszisse bei 9° C

4. Temperatur und Sterblichkeit

Der mittlere Teil jeder Temperaturentwicklungskurve grenzt bei konstanten Temperaturen nach oben und unten an ein Pessimum mit zunehmender Sterblichkeit. Einige Zahlen aus GÖTZ (11) mögen dies veranschaulichen:

Im Bild 4 habe ich einige dieser Werte durch schwarze Säulen zur Anschauung gebracht. Man kann von der Säule links eine Kurve beginnen lassen, die über die mittleren von geringerer Höhe hinwegzieht und rechts bei der hohen Säule aufsteigt. So drückt sich dann die Abnahme und Zunahme der Sterblichkeit aus.

Ganz anders liegen die Verhältnisse desselben Bereiches im Freiland. Die an anderer Stelle (38) von mir veröffentlichten Befunde zeigt die

Tabelle 2
Sterblichkeit der Eier von *Polychrosis botrana* bei verschiedenen konstanten Temperaturen (nach Görz).

Temperatur	Zahl der Eier	davon geschlüpft	% tot
+ 10 bis + 11°	120	7	94
+ 15 bis + 16°	93	67	28
+ 16 bis + 17°	34	30	11
+ 18 bis + 19°	78	75	4
+ 25 bis + 26°	264	247	6
+ 31 bis + 32°	31	28	10
+ 34,5°	86	65	24

Abb. 5 ebenfalls in schwarzen Säulen. Ungeordnet stehen kleine und große nebeneinander. Dazwischen wurde verschiedentlich überhaupt keine Keimvernichtung beobachtet.

Über die kleinen Säulen ragen fünf größere mehr oder weniger weit heraus (a—e). Die Temperaturen im Verlauf der Entwicklungszeit habe ich im „Anzeiger für Schädlingskunde" 1943, S. 27 und 28 in Einzelheiten geschildert. Für die erste Säule (a) bei 15,9 °C ist die Sterblichkeit darauf zurückzuführen, daß die Eier am vierten Tag für etwa 24 Stunden einer Temperatur von 29 ° C ausgesetzt wurden. Wesentlich höher ist die Sterblichkeit bei 16,5 ° C (b). Hier lag eine akute Temperaturerniedrigung auf 5 °C 8 Stunden lang am ersten Tag vor. Sehr viele starben in der Serie (c) von 17 °C mit einer Anfangstemperatur von 29 °C 12 Stunden lang. Besonders aufschlußreich sind die beiden letzten Säulen (d und e). Von der gleichen Versuchsserie wurde ein Teil der Eier so gehalten, daß

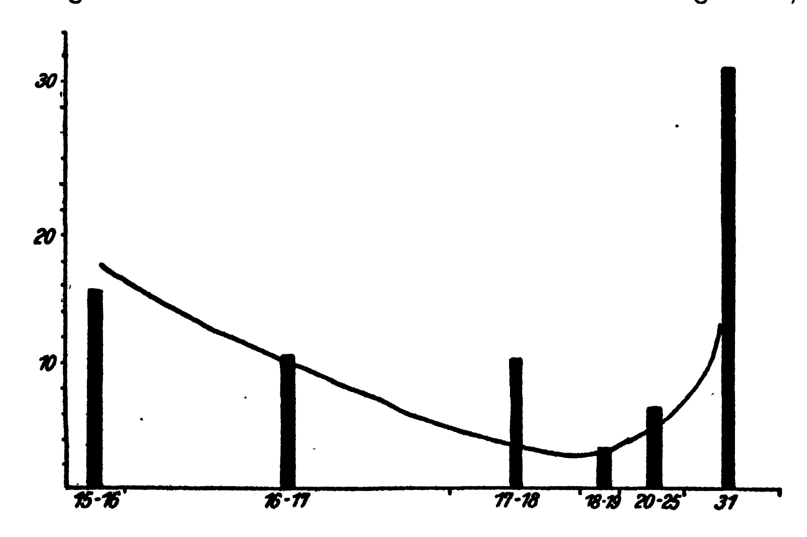


Abb. 4. Sterblichkeit der Eier bei verschiedenen konstanten Temperaturen. Der Hundertsatz ist jeweils durch die Höhe der schwarzen Säule ausgedrückt

die Höchsttemperaturen an den beiden ersten Tagen kurz eben 30°C erreichten. Auf die andere Serie (e) wirkten die in Abb. 2 vermerkten Temperaturen über 30°C ein. Am zweiten Tag stieg die Wärme von 12—14 Uhr und um 15 Uhr und 16 Uhr auf 32°C, während sie von

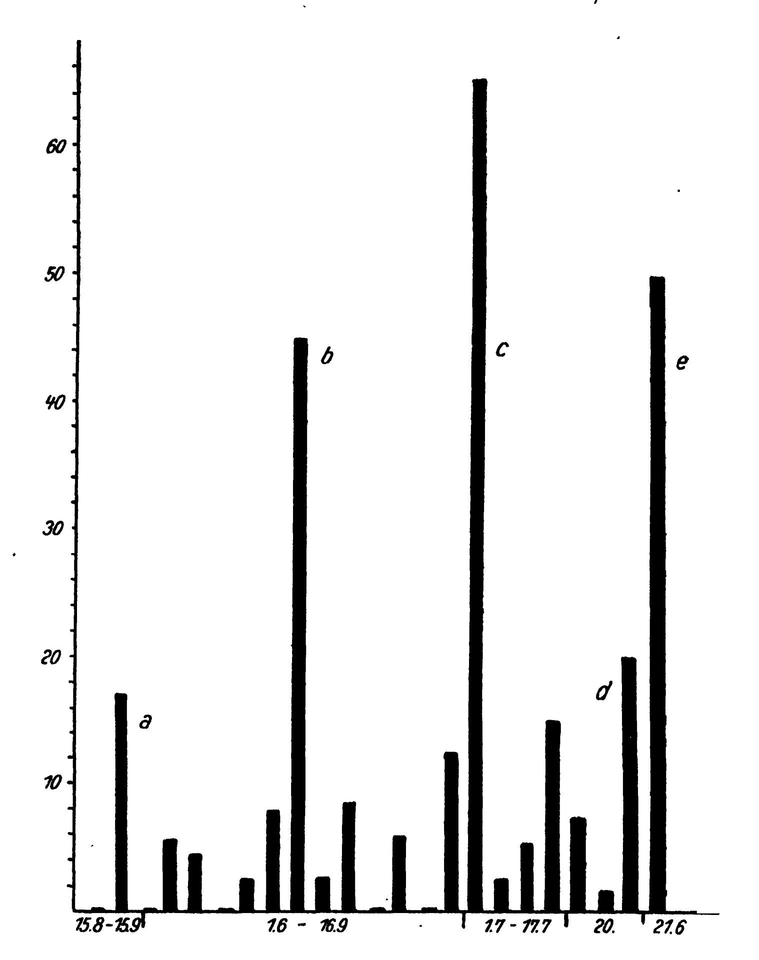


Abb. 5. Sterblichkeit der Eier zwischen 15,8 und 21,6° C im Freiland. Die Säulen stehen ungeordnet nebeneinander. Hohe Sterblichkeit (große Säulen) (a—e) ist auf Temperaturstöße zurückzuführen

11—12 Uhr und von 14—15³⁰ Uhr eben 30°C erreichte. In diesen Versuchen waren also Temperaturen wirksam, wie sie jederzeit auf den Reben vorkommen können und tatsächlich oft genug beobachtet wurden. Hervorzuheben ist, daß gerade die Temperaturen des sogenannten Temperaturoptimums, bei dem die Sterblichkeit am geringsten sein soll, tödlich waren und zwar schon bei kurz dauernder Einwirkung.

Diese Beobachtungen sind in verschiedener Hinsicht aufschlußreich. Zunächst ist zu erkennen, daß die Sterblichkeit nach der Kühle zu nicht zunimmt, ebensowenig nach der Wärme. Unvoreingenommen muß

man den Schluß ziehen, daß in dem Bereich von 13—22° C eine gleichmäßige vitale Zone liegt. Da es sich um das Massenwechselgebiet des Schädlings handelt, wäre also diese Zone allein als Optimum zu bebezeichnen. Gewiß waren hier nur in einigen Fällen keine Eier abgestorben, und die Sterblichkeit schwankt, wenn auch in ziemlich niederen Prozentsätzen, aber in jedem Gelege können aus inneren Gründen Eier eingehen. Jedenfalls ist keine mathematische Beziehung zwischen Temperatur und Sterblichkeit zu beobachten, wie in Abb. 4 mit Werten aus Laborzuchten.

Ferner ergibt sich im Zusammenhang mit anderen Versuchen meiner Veröffentlichung, daß eine hohe Sterblichkeit im Freiland vor allem auf kurz dauernde akute Einwirkungen in der ersten Zeit der Embryonalentwicklung, in der eine sensible Periode der Eier besteht, zurückgeführt werden muß. Je stärker sie sind, um so durchschlagender ist der Erfolg.

Hier bestehen außerordentliche Unterschiede gegenüber konstanten Bedingungen. Im Brutschrank kann die Eientwicklung noch bei 33° C, ja selbst bei 34,5° C durchlaufen werden.

Bisher nahm man an, daß die Sterblichkeit um so höher wird, je weiter sich die Gesamtwetterlage nach dem Pessimum verschiebt. Andrerseits sollten Übervermehrungen um so leichter zustande kommen, je mehr eine dem sogenannten Optimum angenäherte Witterung herrscht. Dies trifft bei den Traubenwicklern bis zu einem gewissen Grad zu, wie auch wohl bei anderen Insekten. Nun aber zeigt sich noch, daß schon eine kuzdauernde Schwankung im Bereich der vitalen Zone gradationsbiologisch erhebliche Bedeutung gewinnen kann.

Es sind also auch die akuten Temperaturstöße innerhalb der Behaglichkeitszone, denen man Aufmerksamkeit schenken muß. Gegenüber den Mittelwerten, die nur den gleichmäßigen Gang der meteorologischen Elemente wiedergeben, sind die Schwellenwerte, die Wettersprünge und die Durchgänge durch die Grenzwerte in den Vordergrund gerückt. Diese aber müssen im Zusammenhang, in der Wetterperiode betrachtet werden. Praktisch genügt es möglicherweise, jeweils die Häufigkeitsverteilung der Überschreitungen zu messen und zu registrieren.

Auf kurze Übererwärmung der Eier sind Zusammenbrüche der Traubenwicklergradationen nach starkem Falterflug zurückzuführen. Genau studiert sind folgende Fälle: 1892 (II. Generation), 1906 (II. Generation), 1911 (II. Generation), 1921 (II. Generation), 1929 (II. Generation), 1930 (I. Generation), 1931 (I. und II. Generation). Stets handelt es sich aber um lokale Wirkungen entsprechend dem besonderen Mikroklima.

Hier sind solche schädigenden Temperaturstöße vor allem an heißen Strahlungstagen gegeben. Die auf die grünen Pflanzenteile einzeln abgelegten Eier können in Temperaturen weit über 30° C gelangen. Nach unseren Messungen (38) mit Thermonadeln waren Temperaturen mit fast 40° C mit Übertemperaturen bis zu 7° C gegen die Lufttemperatur zu beobachten. Übermäßig hohe Temperaturen töten rasch die Eier ab. Götz

ließ für kurze Zeit Temperaturen von 37,6°, 38,0° und 38,2° C auf frisch gelegte Eier einwirken und überzeugte sich, daß die Entwicklung schon nach kurzer Zeit zum Stillstand kam.

Hohe Temperaturen kommen nicht nur an Reben vor. Wurden doch an Obstbäumen sogar Übertemperaturen von 10° C gemessen (25). Im Botanischen Garten Tübingens stieg an Polygonum überdies die Temperatur auf den Blättern um 12,3° C höher als in der Luft[1]).

Vernichtend scheinen sich allerdings vor allem die Schwellenüberschreitungen nach oben auszuwirken. In niederen Temperaturen hört zunächst die Aktivität der Insekten auf, ohne daß wohl Schädigungen auftreten. So werden Temperaturen um 10° C von den Traubenwicklermotten für einige Zeit ebenso ertragen wie von Eiern. Länger dauernde Kaltwetterperioden zur Vegetationszeit gehören zu den Seltenheiten. Sie können als Wetterkatastrophen bezeichnet werden, die außer der Regel verlaufen.

So machen die Versuche deutlich, daß das, was die Laborversuche aussagen, für das Freiland wenig Gültigkeit hat. Es gibt in ihrem Sinne keine Pessima mit zunehmender Sterblichkeit, es gibt kein „absolutes" Optimum. Dagegen befinden sich die Entwicklungsstadien in einer vitalen Zone mit geringer Sterblichkeit. Ausschlaggebend für den Massenwechsel sind unter den in Rede stehenden Verhältnissen die akuten Extremtemperaturen und das Vorhandensein einer sensiblen Periode. Beide können unter konstanten Bedingungen nicht studiert werden.

5. Kritik des Begriffes: Vitales Optimum

Seit Jahren hat sich als bildlicher Ausdruck des vitalen Optimums ein Diagramm eingebürgert, das auf der Abszisse die relative Feuchte, auf der Ordinate die Temperatur aufgezeichnet enthält. Die innere Hüllkurve umschließt ein gewöhnlich enges Feld geringster Sterblichkeit. JANISCH fordert 1933 (23) sehr exakte Bedingungen. „Nicht bestgepflegte und ohne genaue Regelung der Luftfeuchtigkeit aufgezogene Nonnenkulturen zeigen Abweichungen von der kürzest möglichen Entwicklungsdauer, die mit fortschreitender Entwicklung immer größer werden. Als Unterlagen für Diagnosen und Prognosen des Verhaltens der Insekten in der freien Natur sind solche Ergebnisse unbrauchbar." Nach MAERCKS (26) bestimmt das Feuchtigkeitsoptimum im Mortalitätsdiagramm die weitesten Temperaturgrenzen für die Gebiete gleicher Sterblichkeit.

Sowohl Temperatur wie Luftfeuchtigkeit fanden ihre Berücksichtigung in der Abb. 6. Angaben von Dr. GÖTZ über die Sterblichkeit der Eier von *Polychrosis botrana* bei verschiedenen Temperaturen sind hier graphisch ausgewertet. Zwischen 16 und 24° C und zwischen 100% und etwa 55% Feuchtigkeit liegt die geringste Sterblichkeit, das Gegenteil wird um 10 und 28° C und bei absoluter Trockenheit beobachtet.

[1]) FILZER, Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik 1928, S. 256.

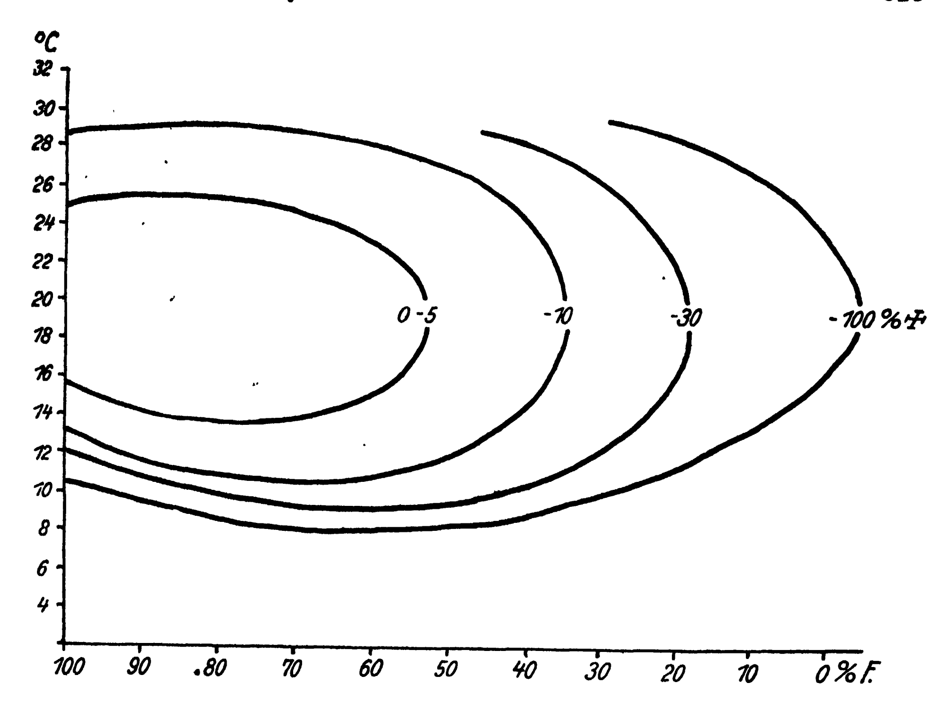


Abb. 6. Mortalitätsdiagramm der Traubenwicklereier unter konstanten Bedingungen. Gezeichnet nach Befunden von GÖTZ. Feld der geringsten Sterblichkeit zwischen 16 und 25° C und 100—55% Feuchte

Der Vergleich mit der Aufzeichnung des Thermohygrographen Abb. 2 ergibt, daß die Feuchtigkeit im Freien etwa zwischen 50 und 100% schwankte. Überschreitungen nach unten dauerten gewöhnlich nur kurz an. Nach der Abb. 3 wurde ein Wert außerhalb von 13° und 22° C nicht festgestellt. Daraus, wie aus den Darlegungen im vorigen Kapitel folgt, daß die Eier sich im vitalen Temperaturbereich entwickelten. Da die Experimente in heißer und sehr kühler Umgebung vorgenommen wurden, ist also anzunehmen, daß das Massenwechselgebiet, ja das Schadgebiet, wenn nicht das Gesamtverbreitungsgebiet sich mit dem Bereich des sogenannten vitalen Optimums deckt. Dieser Begriff würde also für unseren Fall nichts Besonderes besagen. Es hätte demnach in Abb. 6 nur etwa der innerste Bereich für das Freiland Geltung. Die anderen Zonen sind praktisch unwirklich und daher als scheingenau überflüssig.

Vergegenwärtigt man sich in diesem Zusammenhang den täglichen rhythmischen Wechsel der Luftfeuchtigkeit (Abb. 2), so kann man vermuten, daß deren Punktwerte für das Freiland doch nicht so wichtig sind, wie es nach Laborversuchen scheinen mag. Diese Ansicht erhält eine Stütze durch folgende Ausführungen.

Das Diagramm der Abb. 7 stellt die Eizahl der *Polychrosis*-Schmetterlinge unter verschiedenen Bedingungen dar. Zwischen 20° und 26° C und 100—75% Luftfeuchte sollen nach anderen Autoren (20) die

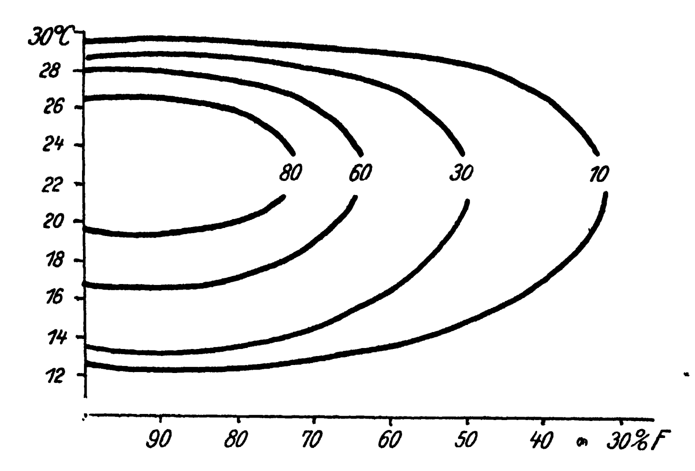


Abb. 7. Eiablagediagramm der Weibchen von *Polychrosis botrana*. Zwischen 20 und 26° C und zwischen 100 und etwa 75% Feuchte werden die meisten Eier unter konstanten Bedingungen abgelegt

Weibchen unter konstanten Bedingungen die meisten Eier, und zwar bis zu 80 Stück ablegen. Ihre Zahl verringert sich mit der Entfernung von dieser Zone immer mehr.

Nach Götz (12, 13) findet die Eiablage ausschließlich mit Einbruch der Dämmerung bis zur Dunkelheit, also zwischen 17 und 22 Uhr statt. Mit Hilfe seiner Eiablageuhr konnte er für jede Stunde und die in ihr herrschende Temperatur und Feuchte die Zahl der abgelegten Eier feststellen. Ich habe die Ergebnisse in Abb. 8 eingezeichnet. Wie ersichtlich werden zwischen 45—85% Feuchte und etwa 18—26° C beliebig Eier abgelegt, ohne daß eine Regelmäßigkeit zu beobachten wäre. Völlig unmöglich ist es, Hüllkurven zu ziehen. Man wird zu der Annahme gedrängt, daß die Feuchte in gewissen Grenzen nichts mit der Eiablage zu tun hat. Aber auch der Temperatureinfluß ist ungeregelt[1]). Dies zeigt mit besonderer Deutlichkeit ein anderer Versuch.

Im Juli 1942 ließ ich durch Dr. Bakowski während der Flugzeit der Motten täglich an den Reben die Eier zählen. Unter ihnen war stets ein Hundertsatz frisch abgelegter, die nur am Abend vorher neu hinzugekommen sein konnten. In Abb. 9 ist für jeden Beobachtungstag schwarz die Zahl der Eier in Prozent der Gesamtzahl dargestellt. Die beiden Säulen daneben bedeuten Temperatur-Maximum und -Minimum während der Eiablagezeit. Auch hier keine Regelmäßigkeit. Am 23. Juli z. B. stieg das Maximum über 20° C, aber die Zahl der Eier war geringer als bei niederen Temperaturen. Das höchste Maximum war am 25. Juli zu beobachten, während die Eiablage sich in bescheidenen Grenzen hielt. Ihm folgte ein Tag mit niederer Temperatur und größter Eizahl. Die Feuchte schwankte in allen Fällen zwischen 45 und 85%.

Dieser Versuch macht deutlich, daß die Feuchtigkeitsstaffelung keine gradationsbiologische Bedeutung hat. Was für den Traubenwickler gilt,

[1]) Daher können viele diesbezüglichen Befunde nur für das Laboratorium Geltung haben. (Vgl. dagegen Andersen, Biologisches Zentralblatt 1934, und Zeitschr. f. angew. Entomologie 1933.)

hat Zwölfer (44) für die Nonne mitgeteilt. „Innerhalb des Bereiches einer Luftfeuchtigkeit von 40—100 % ist ein tieferer Einfluß (auf Larve 1) nicht feststellbar.“ Selbst in den Versuchen von Janisch (23) tritt sie nicht bestimmend in Erscheinung. Aus seiner Veröffentlichung 1933 ist zu entnehmen, daß die Entwicklung der Stadien 1—4 der Nonne bei 55 bis 57 % Feuchte kaum einen Tag länger dauert als bei 100 %, falls man den im Walde regelmäßig herrschenden vitalen Temperaturbereich berücksichtigt. Damit sei nicht gesagt, daß die Feuchte überhaupt ohne Einfluß ist. Der einbindige Wickler bevorzugt Wärme und Feuchte, der bekreuzte aber Wärme und Trockenheit. In unserem Zusammenhang kommt es darauf an, ob innerhalb der Extreme des Lebensraumes die mit Hilfe der Laborversuche gefundene Gesetzmäßigkeiten und Punktwerte zu beobachten sind.

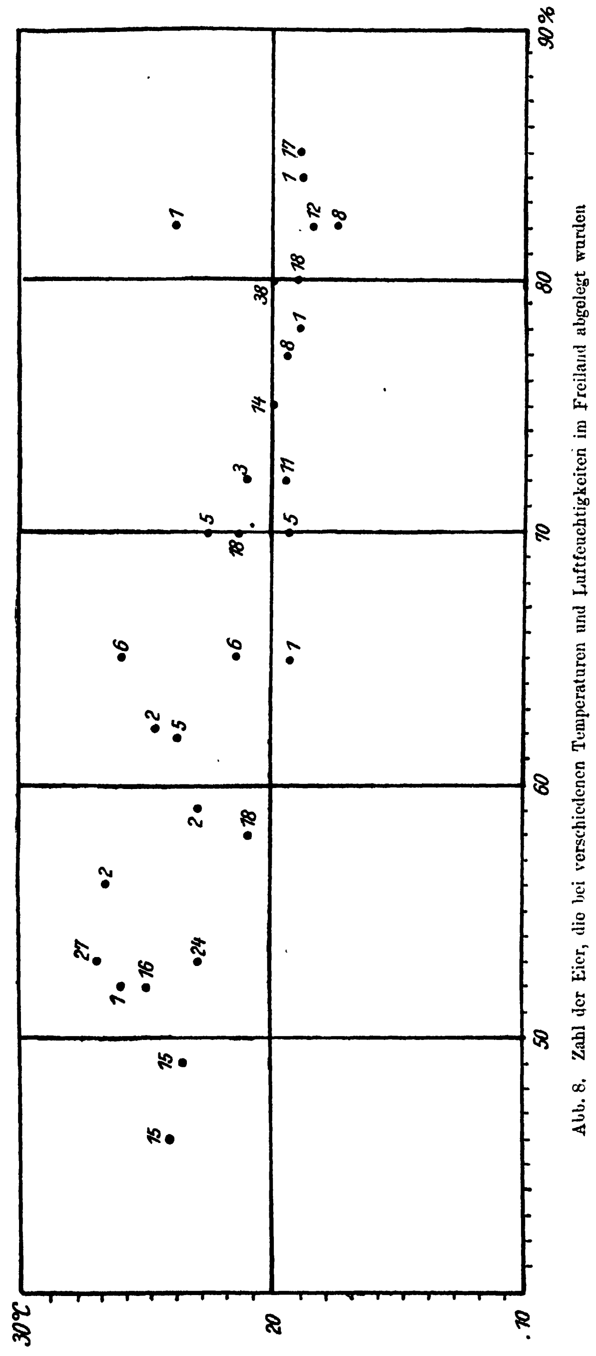


Abb. 8. Zahl der Eier, die bei verschiedenen Temperaturen und Luftfeuchtigkeiten im Freiland abgelegt wurden

Wenn dies nun auch für andere schädliche Insekten Geltung haben sollte, was wahrscheinlich ist, so kann den Mortalitätsdiagrammen nur für konstante Bedingungen Wert zugesprochen werden. Damit aber ist ihr Geltungsbereich außerordentlich eingeschränkt.

Denn es wurde erwartet, „daß sie als diagnostisches und prognostisches Hilfsmittel bei der Beurteilung des tatsächlichen physiologischen Habitus einer vorliegenden Population im Freiland ihre Brauchbarkeit erweisen". (Janisch 1933.)

Abermals ergibt sich: Laborversuche genügen für die Beurteilung von Insektenpopulationen im Freiland nicht. Hier muß jeweils eine eigene Analyse durchgeführt werden. Für die Eiablage war z. B. zu erkennen, daß diese nicht von der zufällig vorhandenen Temperatur und Feuchte während des kurzen Aktes des Austrittes des Eies aus dem Körper, sondern von der Eireifungstemperatursumme abhängig ist. Es können also nach einer Reihe von kühlen Tagen Eier zur Reife gelangen und dann bei ebenso kühler Witterung abgelegt werden, wie nach wenigen Tagen höherer Temperatur.

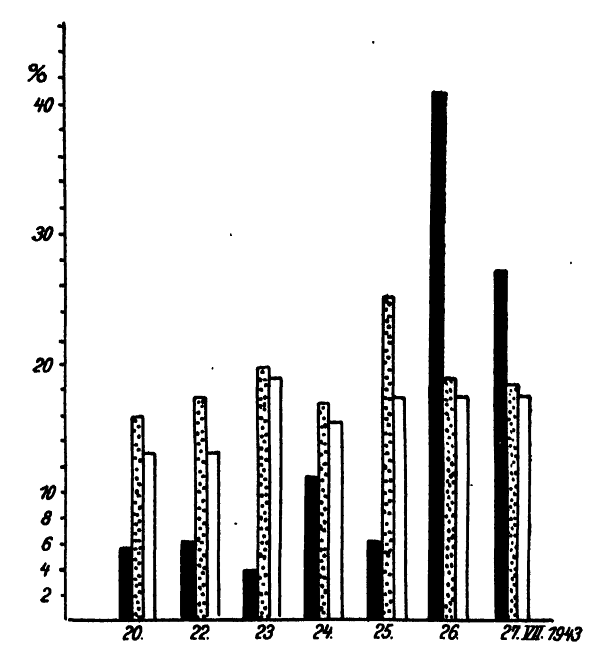


Abb. 9. Eizahl (schwarz), Temperaturmaximum (punktiert) und Temperaturminimum (hell) während einer Flugperiode 1942

Für die weitere Arbeit besteht also die Notwendigkeit, die Stichhaltigkeit des vitalen Optimums im Sinne der bei konstanten Bedingungen erhaltenen Umgrenzung nachzuprüfen. Mir scheinen vorerst Mortalitätsdiagramme von Freilandinsekten höchstens physiologische Bedeutung unter unnatürlichen Bedingungen zu haben. Besser ist es, mit der allgemeinen Fassung des Begriffes der ökologischen Valenz zufrieden zu sein, die ihr Hesse (19) gegeben hat. Er versteht darunter die Weite des Spielraumes der Lebensbedingungen (d. h. möglichst vieler Einzelfaktoren), innerhalb dessen eine bestimmte Organismenart bestehen kann. Hesse meint das Eingepaßtsein in Lebensräume, etwa an Faunen- und Florengebiete, die in meteorologischer Beziehung und biologisch ungefähr einheitlich sind. Inwieweit die einzelnen Arten an bestimmte Reaktionsgrenzen gebunden sind, läßt sich am besten unter Berücksichtigung der hauptsächlichen Lebensbeziehungen in der Biozönose feststellen, wobei die meteorologischen Verhältnisse gegenüber der Struktur des Biotyps oft noch nicht einmal am wichtigsten sind.

6. Der Wert der Klimagramme

Unter Klima versteht man die Gesamtheit der meteorologischen Erscheinungen, die den mittleren Zustand der Atmosphäre kennzeichnen. Man arbeitet also mit Durchschnittswerten. Für unsere Fälle heißt dies, daß man sie nicht dazu verwenden kann, die Entwicklung der Gradationen zu untersuchen, sondern daß sie die Gradationsbereitschaft ausdrücken können.

Im Klimagramm[1]) zeichnet man gewöhnlich die Monatsdurchschnittswerte der Temperatur und Niederschläge, besser noch der Luftfeuchtigkeit ein. Man muß sich dabei vergegenwärtigen, daß zwei Fehler nicht zu vermeiden sind. Der Monatsmittelwert des Großraumklimas, wie er von den Meteorologen errechnet wird, kann nur mit Vorsicht als Unterlage dienen. Er weicht nicht selten von dem Bestandsklima ab, in dem die Übervermehrungen sich abspielen, ganz wesentlich. Aber auch hier kommen wichtige Unterschiede nicht zum Ausdruck, da ja die Monatsmittelwerte aus den Tageswerten nivelliert sind. Gewöhnlich unterscheiden sich die Temperaturansprüche der Insekten nicht so grob, daß sie sich auch im Monatsmittel deutlich bemerkbar machen. Lehrreich sind hier die Arbeiten von WEGER (40, 41[2])). Ferner werden zwei Größen in Rechnung gesetzt, die für die Insekten verschiedenes Gewicht haben: die Temperatur mit ihrer Massenwirkung und die Feuchte, deren Amplitude nach unseren Ausführungen in vielen Fällen gleichgültig sein kann, denn die vitale Zone der Feuchtigkeit ist weder für Feuchtigkeits- noch für Trockentiere eng begrenzt.

Diese Überlegungen gelten naturgemäß für normale Verhältnisse, also für die Verbreitungsgebiete der Schädlinge in den Kulturen. Diese werden in unseren Breiten ja meist dort angelegt, wo die Pflanzen günstige Bedingungen haben, so daß sich die Schädlinge ebenfalls nicht in extremer Umwelt befinden. Ausnahmen würden sich z. B. bei stenöken und stenothermen Insektenarten ergeben, die in andere Umgebung kommen, also trockenheitsangepaßte in Feuchtigkeit und umgekehrt.

7. Der t_a-Wert und die effektive Temperatursumme

Der fast 20 Jahre dauernde Streit um den t_a-Wert ist heute noch nicht geschlichtet. Wer von der Hyperbel ausgeht und Reziproken errechnet, findet, daß die Verbindungslinie der Werte an bestimmter Stelle die Temperaturaxe schneidet. Hier liegt die Temperatur, oberhalb der sich gewöhnlich die Entwicklung vollzieht. Man bezeichnet den Wärmegrad als Schwellenwert oder Entwicklungsnullpunkt oder kritischen Kälte-

[1]) Statt des Ausdruckes Klimagramm wird noch Klimatogramm oder Klimogramm verwendet. Sprachlich richtig ist allein Klimagramm.

[2]) Daß es möglich ist, selbst Unterschiede benachbarter Bestände mikroklimatisch zu erfassen, haben gerade diese Untersuchungen erwiesen.

punkt. Alle diese Bezeichnungen sind nicht ganz zulässig und werden in Anlehnung an andere biologische Verhältnisse besser durch den t_α-Wert der Entwicklung ersetzt.

JANISCH und seine Mitarbeiter fanden, daß die Kettenlinie besser den Verhältnissen entspricht als die Hyperbel. Aus der Kettenlinie läßt sich exakt kein t_α-Wert berechnen. JANISCH vertritt daher den Standpunkt, daß es keinen Entwicklungsnullpunkt in diesem Sinne gibt.

Nach meinen bisherigen Mitteilungen schwanken die im Freiland während der Vegetationszeit in den Weinbergen beobachteten Tagesmitteltemperaturen zwischen 13° und 22° C. Schneidet man in Abb. 3 diesen Bereich aus der Kettenlinie (rechte Kurve) heraus, so hat man es mit einer Hyperbel zu tun. Ihre Reziproke trifft auf die Temperaturaxe zwischen 12° und 13° C. Die Thermalkonstante beträgt etwa 55° C. Gegen diese Berechnung ist nichts einzuwenden. Die Kurve stellt eine ungezwungene Verbindung der im Labor gefundenen Werte dar. In ihrem nach der Kühle sich fortsetzenden Bereich ist sie weiterhin empirisch gesichert und sogar als Kettenlinie exakter als ihr mit Hilfe der Formel errechneter Verlauf. So läßt sich für die Freilandverhältnisse des Kleinklimas unserer Breiten, die hier allein zur Diskussion stehen, der Streit dahin schlichten, daß es ohne Fehler möglich ist, mit der Hyperbel zu arbeiten.

Eine andere Frage ist jedoch, ob der t_α-Wert den Freilandverhältnissen entspricht. Dies ist nicht der Fall. Experimentell zeigte sich, daß er bei 9° C liegt. Oben wurde ausgeführt, daß die Freilandkurve infolge der Entwicklungsbeschleunigung anders verläuft als die Laborkurve. An ihrem Charakter als Hyperbel kann nicht gezweifelt werden. Die Reziproke trifft nun, wie aus der Abbildung hervorgeht, tatsächlich die Temperaturaxe bei 9° C. Dementsprechend beträgt die Thermalkonstante etwa 73° C.

Eine Hyperbel ist gegeben, wenn zwei ihrer Werte gesichert sind. Man braucht also im Freiland nicht umständliche Beobachtungen durchzuführen, um die Zwischenwerte aufzufinden. Dies erleichtert die Arbeiten wesentlich.

Die Tatsache ferner, daß es möglich ist, eine für das Freiland gesicherte Thermalkonstante zu verwenden, gestattet eine praktisch brauchbare, den natürlichen Bedingungen gerecht werdende Prognose.

Es scheint mir nichts dagegen zu sprechen, daß für andere Schädlinge ähnliche Berechnungen durchgeführt werden können. Aufschlußreich sind in dieser Beziehung die Darlegungen von MORS (29). Er arbeitete zwar mit den meteorologischen Tagesmitteln, während ich zunächst aus Gründen der Genauigkeit die Stundenmittel ausrechnete, doch reichten sie für die Festlegung der Freiland-Thermalkonstanten aus. Sie entsprachen den praktischen Verhältnissen und unterschieden sich von denen des Labors in ähnlicher Weise wie in meinen Versuchen. Es gelang ihm

nicht nur die effektiven Temperatursummen für die einzelnen Stadien, sondern auch für die Gesamtentwicklung zu ermitteln.

Die Thermalkonstanten bauen sich auf dem t_a-Wert auf. ZWÖLFER (44) benutzte ihn zur Errechnung des Nonnen-Temperatur-Index. Dieser besagt, daß die Nonne nur dort dauernd fortkommen kann oder zum Massenwechsel neigt, wo die jährlichen Temperaturverhältnisse alljährlich die notwendige Temperatursumme aufweisen. Wo dies nicht der Fall ist, muß die Art verschwinden, wo der Wert gerade erreicht wird, eine Grenze des Verbreitungsgebietes liegen.

Solche Berechnungen hängen naturgemäß davon ab, daß der t_a-Wert für das Freiland gesichert ist. Da der Laborwert dafür nicht ausreicht, muß der Freiland-t_a-Wert eingesetzt werden. Es ist möglich, daß bei manchen Arten beide nur unerheblich voneinander abweichen, das Beispiel des Traubenwicklers aber zeigt andere Verhältnisse und läßt zur Vorsicht mahnen.

Der Freiland-t_a-Wert allein kann auch der Ausgangspunkt sein für die Überlegungen ZWÖLFERS (44) bezüglich der Generationszahl, die jährlich von polyvoltinen Arten durchlaufen werden kann. Die Berechnungen werden exakt, wenn nicht die langjährigen Monatsmittelwerte oder die Jahresdurchschnittswerte der meteorologischen Hütten, sondern die Beobachtungen im Bestandsklima herangezogen werden. Solche stehen zwar nur in beschränktem Maße zur Verfügung, es ist aber notwendig, die grundlegenden Berechnungen mit ihnen durchzuführen. Die Jahrestemperatursummen des Großraumklimas stellen nur einen Notbehelf dar, immerhin sind sie für Annäherungsberechnungen wertvoll.

8. Schlußfolgerungen

Als Hauptergebnis der Untersuchung möchte ich herausstellen, daß die unter konstanten Bedingungen gefundenen Gesetzmäßigkeiten für das Freiland nicht den Wert haben, der ihnen zur Analyse der Übervermehrungen bisher zugesprochen wurde. Über das Ziel der Arbeiten mit dem Thermostaten hat sich vor etwa 10 Jahren JANISCH (1933, 22) dahin geäußert, daß die artspezifische Reaktion festgelegt werden soll. „Die Daten können aber im Komplex der Wirkungsfaktoren, die im Walde herrschen, nicht unmittelbar bestätigt werden.“ Es ist nach ihm falsch zu verlangen, daß die Experimente die natürlichen Bedingungen nachahmen, zum Teil auch vereinfachen sollen, wie dies der üblichen Auffassung entspricht. „Das Laboratoriumsexperiment hat ausgesprochen physiologischen Charakter.“ „Beobachter im Freiland und Experimentator im Laboratorium gehen getrennte Wege.“ Danach beschränkt JANISCH die Reichweite der Laborversuche nur auf die physiologischen Reaktionen der Einzelwesen, wobei allerdings die Frage berechtigt ist, ob das naturgerechte Verhalten der Organismen unter so abnormen für Freilandtiere geradezu abiologi-

schen Bedingungen, wie sie Dauertemperaturen und Dauerfeuchtigkeiten darstellen, ermittelt werden kann. Als solche physiologische Fragen kommen vor allem in Betracht: Weite der Temperaturgrenzen, Widerstandsfähigkeit gegen hohe oder niedere Temperaturen und Feuchtigkeit, Sterblichkeitsverteilung, Entwicklungsgeschwindigkeit, Wert der graphischen Darstellung, Gesetzmäßigkeiten unter konstanten Bedingungen.

Es muß hier hervorgehoben werden, daß sich JANISCH durch seine Arbeiten mit vielen anderen, die in gleicher oder ähnlicher Richtung gingen, ein bleibendes Verdienst erworben hat. Dinge, die vorher dunkel waren, wurden erhellt und die Forschung ist ein großes Stück vorwärts gekommen. Hätte JANISCH es aber abgelehnt, weittragende Schlußfolgerungen für die Gradationen und für quantitative Voraussagen im Freiland zu ziehen und hätten andere[1]) nach seinem vorhin dargelegten Gedankengang verfahren, so wären viele Mißverständnisse und Streitfälle vermieden worden. Es soll hier natürlich nicht ausgedrückt werden, daß die Freilandreaktionen nicht etwa auch physiologischer Natur seien. Aber in der Beschaffenheit der Biozönosen liegt es, daß im Zusammenwirken der Elemente Wärme, Feuchte, Wind, Helligkeit und im Wechsel der Luftkörper Gesetzmäßigkeiten besonderer Art zu berücksichtigen sind. Daher halte ich die abiologische Einzelphysiologie mit der Wirkung isolierter Elemente für etwas anderes wie die Populationsphysiologie. Bisher befand man sich in Verlegenheit. Manche Biologen betrachteten die Laborversuche als grundsätzliche Voraussetzung für das Studium der Massenvermehrung, ohne daß sie den Anschluß an das Freiland fanden[2]). Andere wandten sich der phänomenologisch statistischen Arbeitsweise im Bestand zu und suchten auf dem Wege der generalisierenden Induktion festzustellen, was dort regional vor sich geht. Sie sehen vor allem in der Summe der Mannigfaltigkeit die engen Beziehungen verschiedener Art innerhalb einer Biozönose, wie sie neuerdings von SCHWERDTFEGER (33) als Gradozoen richtig bezeichnet wurden[3]). Gerade von dieser Seite kommen Bedenken gegen die eleganten Lösungsversuche der Laborbiologen. Ist doch bis heute trotz aller Feinarbeit noch kein vollwertiger Beweis für ihre praktische Anwendbarkeit in der Massenwechsellehre ge-

[1]) So war schon das Thema einer Abhandlung vom Jahre 1928 falsch gestellt: Welche Faktoren regulieren die Individuenzahl einer Insektenart in der Natur? Es hätte lauten müssen: Welche Faktoren regulieren die Individuenzahl einer Insektenart im Brutschrank?

[2]) Die Lage ist durch SCHWERDTFEGER für einige Forstschädlinge gut gekennzeichnet. (Zeitschrift für Jagd- und Fortwesen 1935.)

[3]) Man vergegenwärtige sich nur die in Abb. 1 und 2 zur Anschauung gebrachten Schwankungen und wird erkennen, daß die Insekten innerhalb ihres Biotops im Laufe des Tages und ihrer Entwicklungszeit geradezu allen nur möglichen Extremen und Kombinationen der Elemente ausgesetzt sein können. Wie soll da eine Phase oder ein Durchschnitt ausschlaggebend sein?

liefert worden, der den wissenschaftlichen Anforderungen entspricht. Ich sehe dabei von drastischen und in ihrer Wirkung auch ohne Theorie erkennbaren Katastrophen, wie Wetterstürzen, Dauerregen oder Kältewirkungen ab. Einen Fall des extremen Rückganges des bekreuzten Wicklers nach dem kalten Winter 1939/40 hat Götz (13) veröffentlicht. Daß noch viel Arbeit zu leisten ist, geht aus den verschiedenen von Fall zu Fall vertretenen Ansichten hervor, die Schwerdtfeger (33) anführt. Friederichs (6) spricht zwar den Klimabedingungen eine hervorragende aber keine übermäßige Bedeutung zu, fordert jedoch entsprechend seiner Einstellung zur Ganzheit, in der Analyse das Gesamtgeschehen nicht aus dem Auge zu verlieren und die Einzelheiten nicht zu überbewerten.

Erst neuerdings wird eine wissenschaftliche Synthese angebahnt, wofür die groß angelegte Monographie Wellensteins (42) über die Nonne als Beispiel dienen mag.

Auch meine Untersuchungen sollen einen Beitrag dazu liefern. Sie mögen anregen, den Wert der Laborbedingungen in möglichst vielen Fällen nachzuprüfen und das Augenmerk auch auf die Schwellenwerte und die Durchgänge bei Extremtemperaturen nach Art und Zahl zu richten.

Nicht bei allen Entwicklungsformen haben diese gradationsbiologisches Gewicht. Mit Recht erinnert Friederichs (7) daran, daß bewegliche Stadien die für sie günstigen Bedingungen auswählen können und sich hierdurch leicht schädigenden Einflüssen entziehen. Der Ortswechsel kann rasch und über große Strecken erfolgen, Falter fliegen weg, Raupen kriechen herum, lassen sich fallen oder spinnen sich ab. Zur Verpuppung werden geschützte Verstecke aufgesucht. So gewinnen die Studien über die Aktivität erhöhte Wichtigkeit.

In der Gradation der Traubenwickler scheint mir der Ortswechsel und die Vorzugstemperatur der Motten eine Rolle zu spielen.

Es ist eine auffällige Erscheinung, daß an den Grenzen der Weinbaugebiete, also in sogenannten geringeren Lagen der Befall wesentlich schwächer ist als in der Nachbarschaft. Solche sind gewöhnlich kühler und windiger, obwohl dies meteorologisch schwer zu fassen ist. Es ist möglich, daß etwa dort vorkommende Schmetterlinge nach den höheren Temperaturen zur Eiablage abwandern. So ist es vielleicht auch zu erklären, daß die besonders heißen Stellen geradezu Massenherde darstellen, obwohl hier die Eier zu einem höheren Hundertsatz ausgemerzt werden als anderswo. Auch hier verhalten sich die Tiere im Freiland anders wie im Labor. Von 26° C aufwärts stellen die Motten ihre Beweglichkeit ein. Man könnte versucht sein, anzunehmen, daß sie dann überhaupt inaktiv sind. Im Freiland aber fliegen sie in kühlere Biotope, oft außerhalb der Reben, kehren jedoch später wieder zurück.

Die Aktivität der Schmetterlinge hängt nicht so sehr von der Temperatur ab als von der Wirkung von Luftkörpern. Marchal[1]) führt ein eindrucksvolles Beispiel an. In Montpellter werden zweierlei Luftbewegungen beobachtet: Der Mistral, ein trockener und kühler Fallwind aus den Alpen, und eine schwüle, maritime mit Feuchtigkeit geladene Strömung. Herrscht

[1]) Rapport sur les travaux accomplis etc. Paris 1912.

der Mistral vor, so stellen selbst bei schwachem Luftzug die Schmetterlinge von *Clysia ambiguella* Flug und Eiablage ein. Im anderen Fall werden sie zu erhöhter Aktivität und Eiablage selbst bei Tage erregt. Während der Flugzeit wechseln oft in unseren Gegenden alle früher genannten Luftmassen ab. Je nach dem Vorherrschen der einen oder anderen wird der Flug aktiviert oder gehemmt, und zwar bei *botrana* anders wie bei *ambiguella.* Dies hat auf das Massenauftreten den größten Einfluß. Es dürfte sich empfehlen, dem Studium der Luftkörper im Hinblick auf die Gradationen erhöhte Aufmerksamkeit zuzuwenden.

Diese Beispiele mögen abermals einen Hinweis enthalten, ob die Laborwitterungstheorie der seitherigen Auffassung überhaupt noch in ihrer bis jetzt behaupteten Wichtigkeit aufrecht erhalten werden kann. Je tiefer wir eindringen, um so weniger kann man mit ihr arbeiten.

Betrachtet man die Biozönosen in ihrem lebendigen Lokalklima, das Wechselspiel der abiotischen und biotischen Elemente, die rhythmischen und ungeordneten Vorgänge, so versteht man, daß die stabilisierten Laborversuche geradezu tot wirken müssen. Ich habe daher von dynamischer Epidemiologie (38, 39) gesprochen, um die Richtung zu kennzeichnen, der die Gradationsbiologie folgen muß, wenn sie zu praktischen Erfolgen gelangen will.

9. Zusammenfassung

1. Bisher wurde es als erlaubt und notwendig erachtet, die unter konstanten Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen gewonnenen Gesetzmäßigkeiten auf das Freiland zu übertragen, obwohl manche Beobachtungen zur Vorsicht mahnten. In der vorliegenden Darstellung werden vergleichsweise Untersuchungen im Labor und Freiland am Traubenwickler *Polychrosis botrana* und *Clysia ambiguella* als Beispiel mitgeteilt.
2. Die Mithilfe der Agrarmeteorologischen Forschungsstelle des Reichsamtes für Wetterdienst in Geisenheim ermöglichte es, Weinberge im Rheingau mikroklimatisch zu untersuchen und die Messungen vor allem mit der Eientwicklung in Beziehung zu setzen. Daneben liefen Freilandsonderversuche in bezug auf die meteorologischen Elemente. Zur Verarbeitung der wichtigen Schwankungen und Extremwerte diente der Stundenmittelwert.
3. Im Freiland wird die Entwicklungsdauer der Eier beschleunigt, und zwar bis zu 3,5 Tagen. Die Werte liegen im Bereich von 13 bis 22 ° C ungezwungen auf einer Hyperbel.
4. Während unter konstanten Temperaturen die Sterblichkeit um 18 bis 20 ° C am geringsten ist, wobei die Kurve nach außen in die tödlichen Zonen übergeht, ist sie im Freiland ganz unregelmäßig, aber niedrig. Abnorm hohe Sterblichkeit hat ihren Grund stets in kurz-

dauernden Temperaturstößen während einer sensiblen Periode am Anfang der Embryonalzeit. Schon etwa 32 ° C wirken tödlich, während bei konstanten Temperaturen von 33—34,5 ° C eine Entwicklung noch durchlaufen werden kann. Temperaturen, die unter konstanten Bedingungen im sogenannten Optimum liegen, haben sich also im Freiland als tödlich erwiesen. Temperaturstöße und sensible Perioden sind unter konstanten Bedingungen nicht zu studieren.

5. Nur für konstante Bedingungen ist es möglich, Diagramme des vitalen Optimums zu zeichnen. Im Freien sind die Verhältnisse ungeordnet. Die Luftfeuchte, die regelmäßig zwischen 50—100 % schwankt, hat für die Gradation der bisher geprüften Schädlinge in ihrer natürlichen Biozönose nicht die angenommene Bedeutung. Zudem kommen Abweichungen unter 50 %, wie sie im Mortalitätsdiagramm ausgewertet werden, im Freiland selten vor. Ihre Bilddarstellung ist daher praktisch unnötig.
6. Die Eiablage hängt von der Eireifetemperatur und nicht von den Klimaelementen während des Austrittes des Eies aus dem Körper ab.
7. Da die Entwicklungsdauerwerte im Freiland auf einer Hyperbel liegen, kann man den wahren t_α-Wert berechnen. (Unter konstanten Bedingungen kommt man in der vitalen Zone auf einen viel höheren, also falschen Wert.) Man kann infolgedessen einen gesicherten Temperaturindex errechnen.
8. Aus allen Ergebnissen folgt, daß die Thermostatenwerte vor allem physiologische Einzelbedeutung haben, die noch dadurch eingeschränkt wird, daß die Bedingungen für die Organismen abnorm sind. Für gradationsbiologische Untersuchungen reichen die gefundenen Gesetzmäßigkeiten nicht aus. Eine Überbewertung der herrschenden Klimatheorie ist nicht mehr zu vertreten. An Stelle der Stabilisierung in den Laborversuchen wird besser eine dynamische Epidemiologie erstrebt.

10. Schrifttum

1. Bodenheimer, F., Über die Voraussage der Generationszahl von Insekten. Zeitschrift für angewandte Entomologie Bd. 12, 1927.
2. Bodine, J. H., Effect of temperature on the rate of embryonic development of certain Orthoptera. Journ. Exper. Zool. 1925.
3. Chapman, R N., Animal Ecology. Minneapolis 1925.
4. Cook, W., Some effects of alternating temperatures on the growth and metabolism of cutworms larvae. J. Econ. Ent. 20, 1927.
5. Eidmann, H., Der Einfluß der alternierenden Temperaturen auf die Eiraupe der Forleule *(Panolis flammea)*, nebst Bemerkungen über die epidemiologische Bedeutung dieses Stadiums. Forstwiss. Zentralblatt 55, 1933.
6. Friederichs, K., Die Grundfragen und Gesetzmäßigkeiten der land- und forstwirtschaftlichen Zoologie. Berlin 1930.
7. — — Ökologie als Wissenschaft von der Natur. Bios Bd. VII, 1937.
8. Geiger, G., Das Klima der bodennahen Luftschicht. 2. Aufl. Braunschweig 1942.

9. GLENN, F. W., The influence of climate upon the green bug and its parasites. Kansas Univ. Sci. Bull. 1909.
10. GÖSSWALD, K., Physiologische Untersuchungen über die Einwirkung ökologischer Faktoren, besonders Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Entwicklung von *Diprion (Lophyrus) pini* L. zur Feststellung der Ursachen des Massenwechsels. Zeitschr. für angew. Entomologie 1936.
11. GÖTZ, B., Laboratoriumsuntersuchungen über den Einfluß von konstanten und variierenden Temperaturen, relativer Luftfeuchtigkeit und Licht auf die Embryonalentwicklung von *Polychrosis botrana*. Anzeiger für Schädlingskunde 17. Jg., H. 7. 8, 11, 1941.
12. — — Beiträge zur Analyse des Mottenfluges bei den Traubenwicklern *Clysia ambiguella* und *Polychrosis botrana*. Wein und Rebe H. 10, S. 207—228, 1941.
13. — — Vergleichende Mottenflugbeobachtungen zum Massenwechsel der Traubenwickler. Nachrichtenblatt f. d Deutschen Pflanzenschutzdienst Nr. 3, 1942.
14. — — Freiland- und Laboratoriumsuntersuchungen über Ausschlüpfen, Eiablage und Nahrungsaufnahme bei den Traubenwicklern *Clysia ambiguella* und *Polychrosis botrana*. Wein und Rebe 25. Jg., H. 10—12, 1943.
15. HACKBART, W., Der Einfluß kurzfristig wirkender Temperaturen auf die Entwicklung und Fortpflanzung von Schadinsekten. Zeitschr. für Morphologie und Ökologie der Tiere Bd. 35, 1939.
16. HARUKAWA, C., Relation of temperature to the growth of the oriental peach moth. Ber. Ohara Inst. 1929.
17. HASE, A., Über Temperaturversuche mit Eiern der Mehlmotte *(Ephestia Kuehniella)*. Arb. Biol. Reichsanstalt f. Land- und Forstw. 15, 1928.
18. HERBST, W. und N. WEGER, Zur Physiologie des Fruchtens bei den Obstgehölzen. Forschungsdienst Bd. 9, H. 6, 1940.
19. HESSE, R., Tiergeographie auf ökologischer Grundlage. Jena 1924.
20. JANCKE, O. und R ROESLER, Beiträge zur Lebensweise der Traubenwickler *(Polychrosis botrana* Schiff. und *Clysia ambiguella* Hübn.). Wein und Rebe 22. Jg., Nr. 7/7, 1940.
21. JANISCH, E., Experimentelle Untersuchungen über die Wirkung der Umweltfaktoren auf Insekten. Zeitschr. f. Morph. und Ökologie der Tiere 17, 1930.
22. — — Untersuchungen über die Ökologie und Epidemiologie der Nonne. Arb. aus der Biolog. Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Bd. 20, 1933.
23. — — Physiologische Grundlagen der Nonnenprognose. Anzeiger für Schädlingskunde 1936.
24. KAUFMANN, O., Einige Bemerkungen über den Einfluß von Temperaturschwankungen auf die Entwicklungsdauer und Streuung bei Insekten und seine graphische Darstellung durch Kettenlinie und Hyperbel. Zeitschr. f. Morphologie und Ökologie der Tiere Bd. 25, H. 2/3, 1932.
25. MAEDE, A., Ein Beitrag zum Mikroklima eines Obstbaumes. (Mikroklimatische und blütenphänologische Beobachtungen.) Gartenbauwissenschaft 12, 126, 1938.
26. MAERCKS, H., Über die Sicherheit der Voraussage von Schlüpfterminen bei Insekten. Arb. üb. physiol. und angew. Entomol. Bd. 4, 1937.
27. MARCUS, Die Entwicklung der Forleule 1931 im Lorenzer Reichswald. Zeitschr. f. angew. Entomol. Bd. 20, S. 196, 1934.
28. MICHULSKI, The effect of constant and alternating temperatures on the survival of development stages of *Tribolium confusum*. Bul. Acad. Pol. Scien et Lett Serie B. Scien. Natur (II), 1936.
29. MÖRS, H., Der Nonnenfalter während einer Massenvermehrung. In: WELLENSTEIN, G., Die Nonne in Ostpreußen (1933—1937). Monographie zur angew. Entomologie Nr. 15. Berlin 1942.

30. PARKER, J. R., Some effects of temperature and moisture upon *Melanoplus americanus*. Bull. Univ. Montana Agric. Exp. Stat. 1930.
31. SANDERSON, E. D. und L. M. PEAIRS, New Hampshire College Agric. Exper. Stat. Techn. Bull. Nr. 7, 1913.
32. SCHWERDTFEGER, F., Die Forleule in Neuendorf 1932. Mitt. aus Forstwirtschaft und Forstwissenschaft 1932.
33. — — Über den Massenwechsel der Insekten. Zeitschr. f. angew. Entomol. 1941.
34. SHELFORD, V. E., An experiment investigation of the relations of the codling moth to weather and climate. Bull. Ill. St. Nat. Hist. Surv. 16, 1927.
35. — — Laboratory and field ecology. London 1929.
36. SPRENGEL, L., Epidemiologische Forschungen über den Traubenwickler *Clysia ambiguella* Hübn. und ihre Anwendung für die praktische Großbekämpfung. Zeitschrift für angew. Entomologie Bd. XVIII, H. 3, 1931.
37. STELLWAAG, F., Die Einwirkung schwankender Freilandtemperaturen auf Insekten. Anzeiger für Schädlingskunde H. 10, 1940.
38. — — Die Eientwicklung der Traubenwickler *Polychrosis botrana* Schiff. und *Clysia ambiguella* Hübn. unter Freilandbedingungen. Anzeiger für Schädlingskunde H. 3 u. 4, 1943.
39. — — Insekten und Kleinklima. Bioklimatische Beiblätter 1944.
40. WEGER, N., Mikroklimatische Studien in Weinbergen, I. und II. Bioklimatische Beiblätter 1939 und 1943.
41. — — Lufttemperaturmessungen. Die Umschau H. 35, 1940.
42. — — HERBST und RUDLOFF, Witterung und Phänologie der Blühphase des Birnbaumes. Reichsamt für Wetterdienst. Wissensch. Abh. Bd. VII, 1940.
43. WELLENSTEIN, G., Die Nonne in Ostpreußen (1933—1937). Mon. f. angew. Entomol. Nr. 15. Berlin 1942.
44. ZWÖLFER, W., Die praktische Bedeutung der verbesserten Temperatursummenregel in der Forstentomologie. Verhandlungen d. Deutschen Ges. f. angew. Entomologie 1933. Berlin 1934.
45. — — Die Temperaturabhängigkeit der Entwicklung der Nonne. Zeitschr. f. angew. Entomologie 1934.

Aus dem Institut für Pflanzenkrankheiten der Versuchs- und Forschungsanstalt für Wein- und Gartenbau in Geisenheim a. Rhein
Vorstand: Prof. Dr. Stellwaag

Freiland- und Laboratoriumsuntersuchungen über das Puppenstadium des einbindigen Traubenwicklers Clysia ambiguella

Von

Bruno Götz

(Mit 11 Abbildungen)

Während eine Fülle von Arbeiten physiologischen und gradationsbiologischen Inhalts über das Ei-, Raupen- und Imaginalstadium der Traubenwickler vorhanden ist, fehlen solche über das Puppenstadium. Es liegt dies wohl zum Teil daran, daß die Puppen normalerweise der Beobachtung entzogen sind. Vielleicht wurde der Puppe als Ruhestadium aber auch wenig Bedeutung zugemessen, sicherlich zu Unrecht. So entscheidet ja über die Zahl der im Frühjahr erscheinenden Motten und somit über die drohende Gefahr primär die von äußeren Faktoren beeinflußte Sterblichkeit der Winterpuppen. Untersuchungen physiologischer Art über das Puppenstadium haben daher auch vom Standpunkt der Praxis aus die gleiche Bedeutung wie alle übrigen.

I. Zeitpunkt der Verpuppung

Die männlichen Motten beider Traubenwicklerarten fliegen sowohl im Frühjahr als auch im Sommer meist vor den weiblichen, eine unter den Insekten verbreitete und im allgemeinen als Protandrie bezeichnete Erscheinung (2, 4, 8). Wie dieses Erstauftreten des männlichen Geschlechtes zustande kommt, konnte für die im Sommer fliegende Generation des einbindigen Traubenwicklers *Clysia ambiguella* geklärt werden. Die Puppendauer ist in beiden Geschlechtern ungefähr die gleiche, verschieden ist dagegen der Verpuppungstermin. Denn die männlichen Raupen der ersten Generation, die sogenannten Heuwürmer, verpuppten sich ungefähr um dieselbe Zeit früher, als später die männlichen Falter vor den weiblichen die Puppenhülle verließen. Das Erstauftreten der Männchen im Sommer

wird also durch eine kürzere Raupenzeit verursacht. Hierüber ist bereits berichtet worden (4).

Ungeklärt mußten damals noch die Verhältnisse der zweiten Generation bleiben. Es war unwahrscheinlich, daß bei der langen Puppenruhe von etwa einem halben Jahr die Potandrie im Frühjahr auf einen früheren Verpuppungstermin der Männchen zurückging. Die Verhältnisse im Herbst sind ja ganz andere wie im Sommer, wo die Heuwürmer nach Beendigung ihrer Fraßtätigkeit sich auch bald verpuppen. Im Herbst verstreichen darüber Wochen.

In den Jahren 1941—1943 habe ich unter nahezu konstanten Temperaturverhältnissen im Labor, sowie unter natürlichen, stets schwankenden Temperaturen im Freiland den Zeitpunkt der Verpuppung einer größeren Zahl von Individuen festgestellt. Da sich Männchen und Weibchen schon vom Raupenstadium ab leicht erkennen lassen, wurde besonders auf etwaige Unterschiede bei beiden Geschlechtern geachtet.

a) Verpuppung im Labor

Die als Sauerwürmer bekannten Raupen der zweiten Generation wurden im erwachsenen Zustand Ende September im Freiland gesammelt und im Labor, wo eine um etwa + 18° C schwankende Temperatur herrschte, auf große Petrischalen verteilt. Als Futter befanden sich in den Schalen junge Rebblätter und frische Beeren. Die meisten Raupen nahmen jedoch keine Nahrung mehr auf. Die Petrischalen waren außerdem mit Filtrierpapier zur Vermeidung von Kondenswasserbildung und mit Wellpappestreifen als Verpuppungsverstecke ausgelegt. Die Schalen wurden täglich morgens genau durchsucht, gefundene Puppen entnommen, gezählt und einzeln in kleine, fortlaufend numerierte Röhrchen gebracht. Durch genaue Protokollführung war so für die Zukunft von jeder einzelnen Puppe der Entstehungstag genau bekannt. Das Ergebnis des Versuches gibt die Abb. 1 wieder.

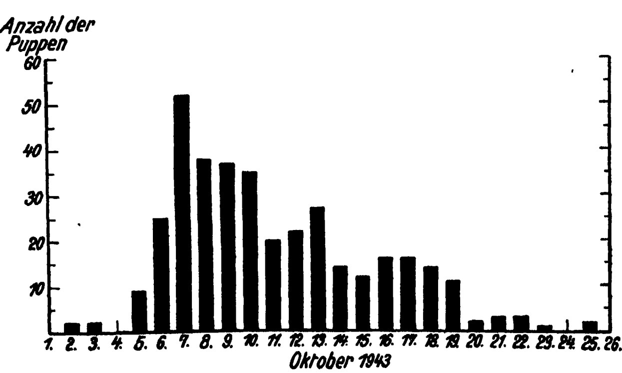


Abb. 1. Tägliche Puppenzahl im Herbst 1942

Die ersten Puppen fanden sich am 2. Oktober 1942; am 26. Oktober waren alle Individuen verpuppt oder tot. Somit waren genau 25 Tage vergangen. Die höchste Puppenzahl wurde am 7. Oktober ermittelt. Nach einem raschen Anstieg zog sich die Verpuppung lange hin.

Von den insgesamt 363 verpuppten Individuen waren 51% weiblichen und 49% männlichen Geschlechts. Infolge der leichten Unterscheidungsmöglichkeit ließen sich die Verpuppungstermine für beide Geschlechter getrennt ermitteln. In der Abb. 2 ist aufgezeichnet, wieviel Prozent der späteren Gesamtsumme bei jedem Geschlecht an den einzelnen Tagen verpuppt war. Frühester und spätester Verpuppungstermin stimmten bei beiden Geschlechtern auf den Tag genau überein.

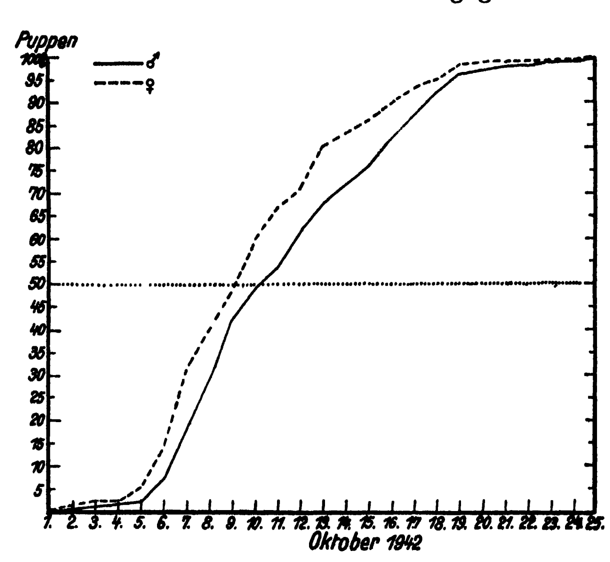


Abb. 2. Prozentsatz der bis zu den einzelnen Kontrolltagen verpuppten Individuen, nach Geschlechtern getrennt

Die weiblichen Individuen verpuppten sich jedoch im Durchschnitt früher als die männlichen. Die Differenz war allerdings nicht groß und erreichte höchstens annähernd 3 Tage.

Es ergab sich also ein wesentlicher Unterschied zwischen den Befunden im Sommer 1941 und jenen im Herbst 1942. Bei der 1. Generation verpuppten sich die männlichen Individuen deutlich früher als die weiblichen, was bei gleicher Puppendauer zur Protandrie der Falter führte, in der 2. Generation waren die Verhältnisse umgekehrt.

b) Verpuppung im Freiland

Der Laboratoriumsversuch des Jahres 1942 erlaubte keine endgültigen Schlußfolgerungen für das Freiland, da er unter ziemlich konstanten Temperaturverhältnissen durchgeführt worden war.

Im Jahre 1943 wurden daher die Petrischalen mit den gleichfalls im letzten Septemberviertel an den Reben gesammelten, erwachsenen Raupen im Freien aufgestellt, und zwar im Dauerschatten an der Nordseite des Institutes für Pflanzenkrankheiten. Aus Mangel an Zeit wurde täglich nur etwa die Hälfte der Schalen, die besonders markiert waren, kontrolliert, die übrigen alle vier Tage.

In der Abb. 3 ist das Ergebnis der täglich kontrollierten Versuchsserie zeichnerisch dargestellt.

Die ersten Puppen wurden fast zur gleichen Zeit wie im Vorjahre gefunden, nämlich am 1. Oktober. Aber erst vom 8. Oktober ab verpuppten sich mehr Individuen. Die höchste Puppenzahl fand sich am

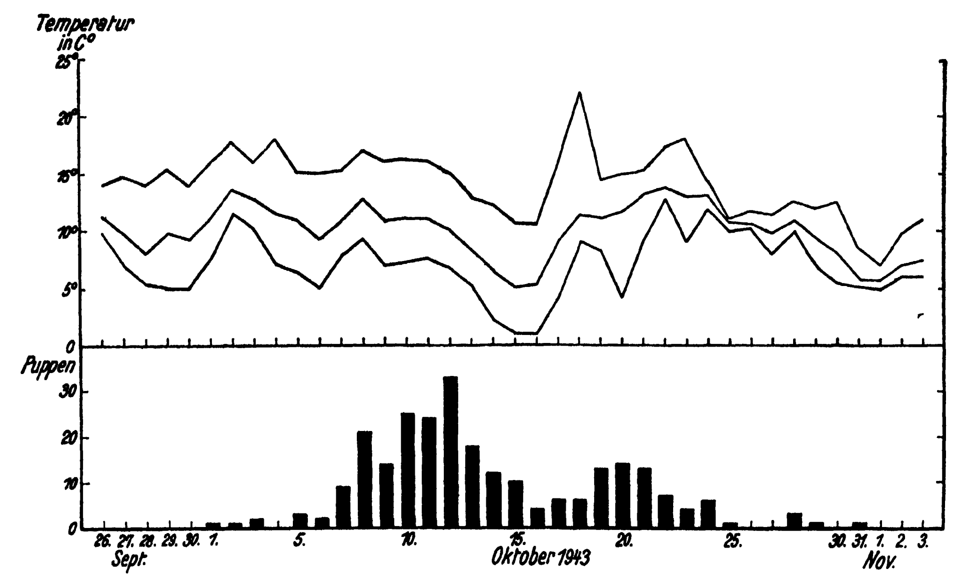


Abb. 3. Minimal-, Maximal- und Durchschnittstemperaturen, sowie tägliche Puppenzahl im Herbst 1942

12. Oktober. In der Folgezeit nahmen die Werte wieder stark ab, stiegen aber schließlich nochmals an. Erst am 31. Oktober war die Verpuppungszeit beendet. 148 (d. s. 63 %) der insgesamt 234 Puppen waren weiblichen Geschlechtes.

Ein Vergleich der Abb. 1 und 3 zeigt Unterschiede im Ablauf der Verpuppungen des Jahres 1942 unter Labor- und des Jahres 1943 unter Freilandbedingungen. Im letzten Fall zog sich die Verpuppungszeit nicht nur etwas länger hin, sondern es ergaben sich auch größere Schwankungen in der täglichen Puppenzahl.

Wie 1942 wurde auch im folgenden Jahre auf Unterschiede im Verpuppungszeitpunkt der beiden Geschlechter geachtet. Aus der Abb. 4 ist zu ersehen, welcher Prozentsatz von allen, täglich und in Ab-

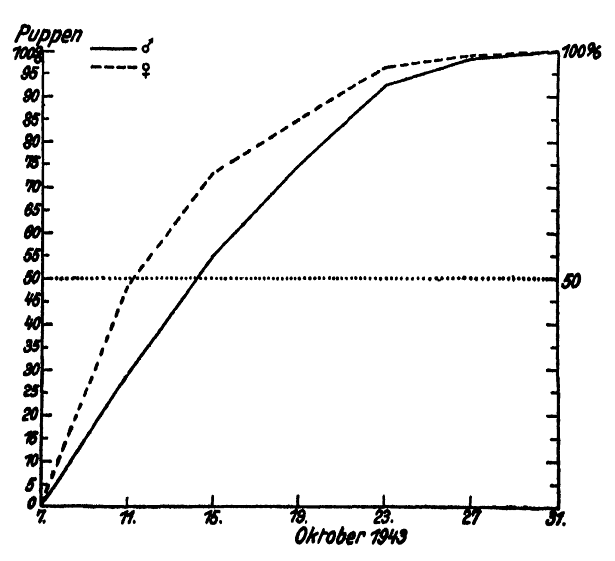


Abb. 4. Prozentsatz der bis zu den einzelnen Kontrolltagen verpuppten Individuen, nach Geschlechtern getrennt

ständen kontrollierten, männlichen bzw. weiblichen Individuen sich an den verschiedenen, vier Tage auseinanderliegenden Kontrollterminen verpuppt hat.

Das Ergebnis gleicht überraschend genau jenem des Laborversuches vom Jahre 1942. Schon bei der ersten Gesamtkontrolle am 11. Oktober war der Prozentsatz der verpuppten Weibchen wesentlich höher als der Männchen. 48% der weiblichen Tiere hatten bereits die Raupenhülle abgestreift, als dies erst bei rund 29% der männlichen der Fall war. Da dem Ergebnis ein Beobachtungsmaterial von 489 Raupen bzw. Puppen zugrunde liegt, ist dieses gesichert. Auch bei einer getrennten Auswertung der täglich und in Abständen kontrollierten Versuchsserie zeigte sich ein durchschnittlich früherer Verpuppungstermin der weiblichen Raupen, vor allen Dingen in den ersten beiden Dritteln der Verpuppungszeit. Von den 489 Puppen waren 290, das sind 60% weiblichen Geschlechtes.

Die Versuche haben somit ergeben, daß im Gegensatz zum Sommer sich die männlichen Raupen im Herbst im Durchschnitt nicht vor den weiblichen verpuppen, sondern die Verhältnisse eher umgekehrt sind. Es handelt sich allerdings um keine großen Differenzen. Somit steht einwandfrei fest, daß die im Frühjahr zu beobachtende Protandrie der Motten ihre Ursache nicht in einem verschiedenen Verpuppungstermin der beiden Geschlechter im Herbst haben kann.

II. Einfluß der Temperatur auf die Verpuppung

Welche Bedeutung der Temperatur bei der Verpuppung zukommt, sollten Versuche der Jahre 1942 und 1943 klären, die teils im Brückenthermostat, teils im Freiland unter Verwendung von Thermohygrographen zur Durchführung gelangten.

a) Laboratoriumsversuche

In den ersten Septembertagen 1942 im Freiland gesammelte, erwachsene Raupen von *Clysia ambiguella* kamen in große, mit Filtrierpapier ausgelegte Petrischalen. Als Futter standen ihnen Trauben und Rebblätter zur Verfügung. In den Schalen befanden sich außerdem längere Wellpappestreifen als Verpuppungsverstecke. Am Tage des Versuchsbeginns, am 8. September 1942, wurden die an den Wellpappestreifen sich in großer Zahl vorfindenden, fertigen, allseits geschlossenen, dichten Verpuppungsgespinste vorsichtig geöffnet und die darin befindlichen Raupen herausgenommen. Dieselben waren noch alle im vollen Besitze ihrer Fortbewegungsfähigkeit. Zu je 10 wurden sie auf kleinere, im Durchmesser 10 cm große Petrischalen verteilt, die gleichfalls Filtrierpapier, Wellpappestreifen und zur Befriedigung eventuell wieder erwachenden Nahrungsbedürfnisse Futter in Form täglich erneuerter Beeren und Rebblätter enthielten. Jeweils 2 Petrischalen, also insgesamt je 20 Raupen, kamen in verschiedene Kammern eines Reihenthermostaten in Temperaturen

von + 11,9 bis + 34,4° C, wo sie auf Versuchsdauer blieben. Es wurde täglich morgens genau kontrolliert, ob Verpuppungen oder Sterbefälle zu verzeichnen waren. Die Mehrzahl der Raupen legte sich neue Verpuppungsgespinste an. Nach geringem, vorsichtigen Öffnen des neuen Gespinstes an einem Ende ließ sich aber der Zustand des Tieres genau feststellen, vor allen Dingen, ob das Abstreifen der Raupenhaut schon erfolgt war oder nicht. Das Ergebnis der Versuchsserie enthält die Tabelle 1.

Tabelle 1

Einfluß konstanter Temperaturen auf Verpuppungszahl und -zeitpunkt

	Temperaturen in °C						
	+ 11,9	+ 15,5	+ 18,0	+ 20,5	+ 23,9	+ 28,7	+ 34,4
Anzahl der Puppen von je 20 Versuchstieren . . .	6	10	9	8	8	5	—
Anzahl der Tage zwischen Versuchsbeginn und der ersten Verpuppung . . .	35	28	27	20	17	13	—
Anzahl der Tage zwischen Versuchsbeginn und dem mittl. Verpuppungstermin	37	31	30	26	25	14	—

Die Sterblichkeit war bei allen Versuchen ziemlich hoch. 100 prozent. starben die Raupen in + 34,4° C, und zwar innerhalb weniger Tage. Am geringsten war die Zahl der nicht verpuppten und eingegangenen Tiere im Temperaturbereich von + 15 bis + 24° C. Ungefähr ein Drittel der Raupen verpuppte sich aber noch bei + 11,9° C. Zu letzterem ist zu bemerken, daß in den Extremen Schwankungen von ungefähr 0,5° nicht zu vermeiden waren.

Bei Einwirkung von Dauertemperaturen ergaben sich also Verpuppungen innerhalb eines großen Bereiches, nämlich von rund + 12 bis + 29° C.

Eindeutig waren die Versuche bezüglich des Verpuppungszeitpunktes. Je niedriger die Temperatur war, desto später lag derselbe, gleichgültig, ob man dabei den frühesten oder den mittleren Verpuppungstermin berücksichtigt. Niedrige Temperaturen verzögern, höhere beschleunigen somit den Eintritt der Verpuppung. Mit einer Ausnahme waren die zuerst gefundenen Puppen stets weiblichen Geschlechtes.

In einer zweiten Versuchsserie wechselten bei sonst gleicher Durchführung je 2 Temperaturen im 12-Stundenrhythmus (siehe Tabelle 2).

Bei einem Wechsel zwischen einer extrem hohen und extrem niederen Temperatur kam es zu keiner Verpuppung. Die Raupen gingen alle sehr rasch ein. Dagegen verpuppten sich zwei Drittel der Versuchstiere bei einem Wechsel zwischen extrem niederer und mittlerer Temperatur und

Tabelle 2

Einfluß variierender Temperaturen auf Verpuppungszahl und -zeitpunkt

	Temperaturen in ° C	
	+ 11,2 + 23,9	+ 11,2 + 34,4
Anzahl der Puppen von je 20 Versuchstieren	13	—
Anzahl der Tage zwischen Versuchsbeginn und der ersten Verpuppung	24	—
Anzahl der Tage zwischen Versuchsbeginn und dem mittleren Verpuppungstermin	30	—

somit wesentlich mehr als bei dauernder Einwirkung der niederen Temperatur. Auffallenderweise war die Zahl der Puppen aber auch höher als in irgendeinem Dauerversuch, was darauf hindeutet, daß Dauertemperaturen für den Organismus und für seine Entwicklung durchaus nicht günstig sind.

In einer weiteren Versuchsserie wurden nicht mehr aus fertigen Puppengespinsten genommene Raupen, sondern bereits im Vorpuppenstadium befindliche, fortbewegungsunfähige Individuen geprüft. Zu je 15 kamen sie, nach Geschlechtern getrennt, in Zwölferschalen und diese wieder in verschiedene Kammern des Reihenthermostaten. Ein Temperaturwechsel wurde nicht vorgenommen. Die relative Luftfeuchtigkeit betrug überall ≅ 75 %. Die Resultate sind der Tabelle 3 zu entnehmen.

Tabelle 3

Einfluß konstanter Temperaturen auf Verpuppungszahl und -zeitpunkt

	Temperaturen in ° C									
	+ 13,4		+ 17,8		+ 24,0		+ 28,4		+ 33,4	
	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀
Anzahl der Puppen von je 15 Vorpuppen	13	13	15	15	15	15	12	11	—	—
Anzahl der Tage zwischen Versuchsbeginn und der ersten Verpuppung	2	2	1	1	1	1	1	1	—	—
Anzahl der Tage zwischen Versuchsbeginn und dem mittleren Verpuppungstermin	3	3	1.5	1,5	1	1	1	1	—	—

Trotzdem die Individuen erst in verpuppungsnahem Zustand in die verschiedenen Temperaturen gelangten, kam es bei + 33,4° C zu keiner Verpuppung mehr. In den übrigen Versuchen dagegen verpuppten sich die meisten, in den beiden Mitteltemperaturen sogar alle Tiere. Deutliche Unterschiede zwischen dem männlichen und weiblichen Geschlecht waren dabei nicht zu erkennen. In der niedersten Temperatur verzögerte sich der früheste und mittlere Verpuppungstermin. Das Resultat ist ein Beweis dafür, daß die erhöhte Sterblichkeit in der ersten Versuchsserie nicht auf einer besonderen Empfindlichkeit im Augenblick der Verpuppung gegenüber Temperatureinflüssen beruht.

Die Einwirkung extrem hoher Temperatur von $+33^{0}$ C verhindert demnach auch bei vorgeschrittenem, verpuppungsnahem Stadium und hoher relativer Luftfeuchtigkeit die Verpuppung. Die mittleren Wärmegrade hatten keinen, die niederen und höheren nur geringen Einfluß auf die Mortalität. Niedere Temperatur verzögerte den Verpuppungstermin.

b) Freilandversuche

Laboratoriumsversuche können wohl manches Grundsätzliche klären, über die tatsächlichen Verhältnisse kann aber schließlich nur das Freilandexperiment entscheiden. Im Herbst 1943 habe ich daher die in der fortlaufend kontrollierten Versuchsserie im Freiland täglich erreichten Puppenzahlen mit den Aufzeichnungen eines Thermohygrographen verglichen, der zusammen mit den die Sauerwürmer enthaltenden Petrischalen unmittelbar neben diesen in einem nach Norden offenen Wetterhäuschen stand.

In der Abb. 3 sind das tägliche Maximum und Minimum, sowie die tägliche Durchschnittstemperatur für die Zeit vom 26. September bis 3. November eingezeichnet. Darunter befinden sich die an den einzelnen Tagen ermittelten Puppenmengen. Beim Vergleich derselben mit den Temperaturwerten ist zu berücksichtigen, daß die Kontrollen des Versuchsmaterials in den Vormittagsstunden vorgenommen wurden. Zum Studium der Beziehungen von Temperatur und Puppenzahl sind also auch die Temperaturwerte des Vortages zu beachten.

Vom 1. Oktober ab steigen die Puppenzahlen langsam an und erreichen am 12. Oktober den Höhepunkt, ohne daß wesentliche Beziehungen zu den Temperaturkurven zutage treten. Nach dem 12. Oktober begann ein jäher, sich in der Natur sehr unangenehm bemerkbar machender Temperatursturz, der selbst in geschützter Lage bis nahe an den Gefrierpunkt führte. Die Zeichnung demonstriert deutlich, daß sich dieses Absinken der Maximal-, Durchschnitts- und Minimaltemperaturen auch auf die Puppenzahl auswirkte, denn diese sank in gleichem Maß ab. Nach Ansteigen der Wärmegrade nahm sie wieder zu. Was im Laborexperiment grundsätzlich festgestellt worden war, nämlich daß niedere Temperaturgrade die Verpuppung verzögern, hat sich so im Freiland bestätigt.

Es ist also bei den einbindigen Traubenwicklern nicht so, wie man leicht annehmen könnte, daß Kühle die Verpuppung auslöst oder beschleunigt, sondern sie wirkt verzögernd.

Damit ist aber auch gleichzeitig klar geworden, warum im Herbst zwischen Beendigung des Fraßes (Wachstums) und dem Augenblick der Verpuppung eine längere Zeit vergeht als im Sommer. Im ersten Fall wirken niedere Temperaturen, im letzten Fall höhere Temperaturen auf

die Individuen ein. Ob durch die Temperatur die Bildung der Verpuppungshormone beeinflußt wird oder ihre Wirkung, ist eine zweite, in diesem Zusammenhang weniger wichtige Frage.

III. Temperatur und Puppendauer

In einer 1938 erschienenen Arbeit weist Speyer darauf hin, daß nach seinen Befunden die Entwicklungsgeschwindigkeit der Puppen des Kleinen Frostspanners *Cheimatobia brumata* weitgehend von der Temperatur unabhängig ist und sich Wärmesummenregel oder Exponentialgesetz nicht ohne weiteres in Anwendung bringen lassen (9). Er betont das Außergewöhnliche seiner Beobachtungen und glaubt, daß es sich bei der Reifung der Puppe offenbar um Vorgänge handelt, die „allein unter dem Einfluß von Fermenten, Hormonen oder ähnlichen Katalysatoren in erblich fixierten Bahnen laufen, nachdem irgendwie ein Anstoß erteilt worden ist".

Im Jahre 1942 habe ich mit Laboratoriumsuntersuchungen über die Frage des Temperatureinflusses auf die Puppendauer bei *Clysia ambiguella* begonnen. Die äußeren Verhältnisse sind hier ganz andere wie beim Kleinen Frostspanner. Während bei der letztgenannten Art im Verlauf der Puppendauer die Temperatur sinkende Tendenz hat, zeigt sie bei der anderen steigende.

Die Untersuchungen wurden in Zwölferschalen im Brückenthermostat durchgeführt. Die relative Luftfeuchtigkeit betrug bei Verwendung von NaCl als Regulierungsmittel rund 75%. Die zu den Versuchen verwendeten Puppen waren teilweise bei den Temperaturen entstanden, in denen nachher die Entwicklung erfolgte, oder aber sie stammten aus Material, das im Vorpuppenstadium im Labor gehalten worden war. Durch häufige Kontrollen ließ sich erreichen, daß nur Puppen Verwendung fanden, die im Höchstfall ein Alter von wenigen Stunden hatten. Bei Herannahen des Schlüpftermins der Motten, leicht an der Verfärbung der Puppe zu erkennen, wurde gleichfalls häufig kontrolliert und so der Zeitpunkt des Schlüpfens ziemlich genau erfaßt. Zu den in den verschiedenen Kammern durchgeführten Einzelversuchen wurden je 10—20 Puppen verwendet.

Das Resultat der Versuche gibt die Abb. 5 wieder. Die Ringe bezeichnen die bei den verschiedenen Wärmegraden festgestellte Puppendauer. Bei Doppelringen wurde das gleiche Resultat in 2 Einzelversuchen erzielt. Es handelt sich stets um die mittleren Verpuppungstermine.

Wie die empirisch gezogene Kurve zeigt, unterliegt bei *ambiguella* das Puppenstadium genau so dem Exponentialgesetz wie alle anderen Stadien. Das Minimum liegt mit rund 9 Tagen zwischen + 27 ° C und + 29 ° C. Unterhalb + 12 ° C und über + 32 ° C schlüpften keine Motten mehr. In diesem Zusammenhang ist es interessant, daß im Freiland mit

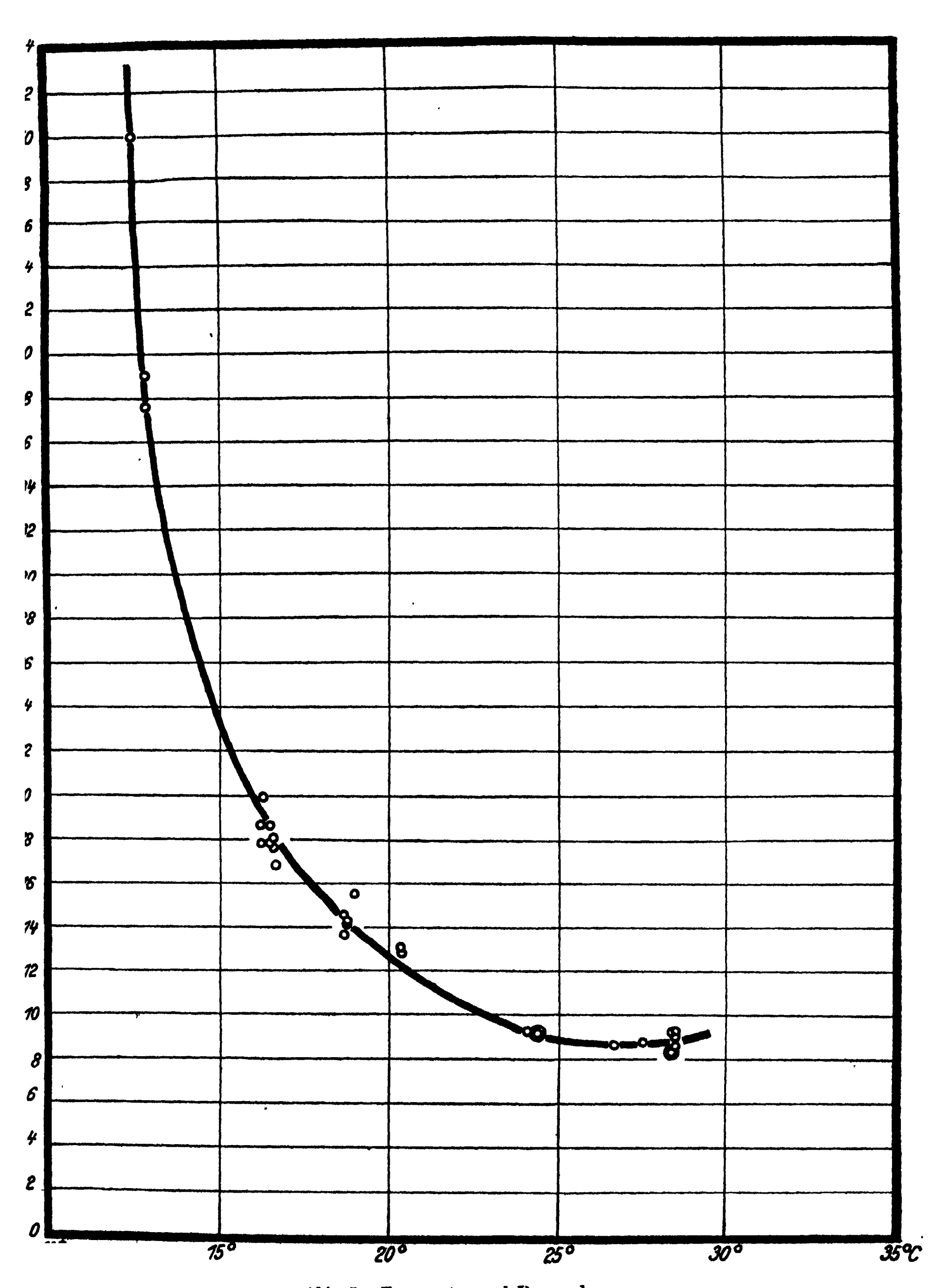


Abb. 5. Temperatur und Puppendauer

Hilfe besonderer Apparaturen, sogenannter Begattungs-, Eiablage- und Tresterweinuhren eine untere Aktivitätsgrenze der *ambiguella*-Motten bei + 12 bis + 13 ° C einwandfrei ermittelt werden konnte (4). Wenn unterhalb

+ 12 ° C keine Motten mehr schlüpften, so ist dies demnach nicht die Folge einer mangelnden Entwicklung, sondern einfach eine Folge mangelnder Aktivität der in der Puppenhülle befindlichen schlüpfreifen Motten. Denn ganz deutlich ist noch bei entsprechend langen Dauerversuchen in + 11 ° C am Durchschimmern der Flügelzeichnung zu erkennen, daß unter diesen Wärmeverhältnissen eine vollständige Entwicklung in der Puppe stattgefunden hat. Bei Temperaturen unterhalb + 10 ° C war dies allerdings nicht mehr festzustellen. Man muß also auch hier grundsätzlich zwischen einer lang wirksamen Reifungstemperatur und einer nur im Augenblick des Geschehens wirksamen Schlüpftemperatur unterscheiden, genau in derselben Weise wie bei der Eiablage durch die Motten zwischen der Reifungs- und Ablagetemperatur (7). Im Labor sind beide im allgemeinen ja stets gleich, im Freiland nicht. Unter den natürlichen, stets variierenden Temperaturverhältnissen wird auch im kalten Frühjahr die Aktivitätsgrenze, und damit die Schlüpfgrenze, wenn auch nur stundenweise, öfters überschritten und schlüpfreifen Motten somit Gelegenheit zum Schlüpfen geboten werden. Bezüglich des Schlüpftermines ist im Frühjahr aber auch eine Beurteilung des Gesamtcharakters der Witterung nötig, denn einige frühe wärmere Tage zwischen sehr kalten werden kein verstärktes Ausschlüpfen zur Folge haben, wenn infolge der niederen Temperaturgrade vorher keine oder nur eine geringe Entwicklung stattgefunden hat.

Mit Hilfe eines besonderen Beobachtungsgerätes, einer sogenannten Schlüpfuhr, konnte in Verbindung mit einem Thermohygrographen im Sommer 1943 festgestellt werden, daß die Motten nur tagsüber hauptsächlich vormittags und zwischen + 15 ° C und + 27 ° C schlüpften (7). Der Temperaturbereich war somit kleiner als im Labor. Es unterliegt keinem Zweifel, daß beim Ausschlüpfen höhere Temperaturgrade den Vorzug vor niederen haben, da ja die Aktivität mit steigender Temperatur zunimmt. Hätten nur niedrige Temperaturen von wenig mehr als + 12 ° C geherrscht, so wäre es jedenfalls auch dort zum Ausschlüpfen gekommen, allerdings unter Umständen auch zu einer Verschiebung der Schlüpfstunden, da die höchsten Temperaturen im allgemeinen nachmittags erreicht werden, also bei vorwiegend kalter Witterung unter Umständen nur um diese Zeit über der Schlüpfgrenze liegende Wärmegrade.

Es ist schon mehrfach berichtet worden, daß die Entwicklung im Freien unter natürlichen, stets variierenden Temperaturverhältnissen schneller verläuft, als unter unnatürlichen, konstanten. Aus Materialmangel konnten entgegen der Absicht Freilandversuche über die Puppendauer noch nicht durchgeführt werden, doch soll dies im kommenden Jahr geschehen, und es wird sich zeigen, ob auch hier eine Entwicklungsbeschleunigung unter dem Einfluß variierender Temperaturen zutage tritt.

Im Sommer 1941 erhielt ich bei einer Variationsbreite von 7 bis 15 Tagen eine durchschnittliche Puppendauer von 11—12 Tagen. Im männlichen Geschlecht waren es genau 11,3, im weiblichen 11,5 Tage.

Somit dauert das Puppenstadium bei beiden Geschlechtern im Sommer praktisch gleichlang. Anders ist es dagegen bei den Winterpuppen, denn die weiblichen Puppen entstehen ja vor den männlichen, während die weiblichen Falter im Frühjahr erst nach den männlichen schlüpfen. Die Puppendauer des weiblichen Geschlechtes ist daher bei der II. Generation länger.

Bei verschiedenen Temperaturen wurde der Schlüpfzeitpunkt beider Geschlechter getrennt ermittelt. Es ergab sich dabei folgendes (Tabelle 4).

Tabelle 4

Differenz zwischen mittlerer Puppendauer des männlichen und weiblichen Geschlechtes bei verschiedenen konstanten Temperaturen

Temperatur °C	Differenz zwischen der mittleren Puppendauer der ♂♂ und der ♀♀ Stunden
+ 12,7	37
+ 16,2	18
+ 20,4	5
+ 24,4	4
+ 28.5	7

Bei niederen Temperaturen machte sich eine deutliche Differenz zwischen dem mittleren Schlüpftermin der Männchen und der Weibchen bemerkbar. Und zwar schlüpften die Weibchen durchschnittlich um die oben angegebene Zeit später als die Männchen, hatten also eine längere Puppendauer. Die Differenz sinkt aber, wenigstens bis rund + 25° C, mit steigenden Temperaturen und beträgt bei + 24,4° C nur noch 4 Stunden.

Nach diesem Befund besteht über die Entstehungsweise der Protandrie im Frühjahr kein Zweifel mehr. Die niederen Temperaturen im Frühjahr bedingen eine deutlich langsamere Entwicklung der weiblichen Puppen. Die Differenz, d. h. die Protandrie wird dabei um so stärker in Erscheinung treten, je kälter der Gesamtcharakter des Frühjahrs ist. Im Sommer ist dagegen mit keinem Unterschied in der Puppendauer zu rechnen, da wir es ja mit hohen Temperaturen zu tun haben. Der oben erwähnte Versuch über die Puppendauer im Sommer 1941 bestätigt dies.

Kurz zusammengefaßt hat sich somit ergeben, daß die Puppendauer dem Einfluß der Temperatur unterliegt. Es ist ein grundlegender Unterschied zwischen Reifungs- und Schlüpftemperatur zu machen. Der Temperaturbereich der ersten ist größer und beginnt schon bei + 10° C, der andere dagegen fängt erst bei + 12° C an. Bei niederen Temperaturen ist die mittlere Puppendauer beim weiblichen Geschlecht länger als

beim männlichen. Mit steigenden Temperaturen bis etwa 25° C wird diese Differenz jedoch immer kleiner und zählt schließlich nur noch nach wenigen Stunden.

IV. Temperatur, relative Luftfeuchtigkeit und Puppensterblichkeit

Noch in der jüngsten Zeit gehörte ein sogenanntes Thermohygrogramm zum eisernen Bestandteil epidemiologischer Arbeiten. Die Unterlagen der meist bestehenden Zeichnungen lieferten Laborversuche mit konstanten Temperaturen und relativen Luftfeuchtigkeiten. Derartige Untersuchungen sind jedoch von begrenztem Wert. Sie gestatten wohl festzustellen, inwieweit ganz allgemein Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit einen Einfluß auf irgendwelche Vorgänge haben. Es ist aber nicht möglich, die so erhaltenen Werte ohne weiteres auf Freilandverhältnisse zu übertragen, ihnen also praktische Bedeutung zuzumessen.

Im Sommer 1942 wurden Laborversuche durchgeführt, die ohne andere Konsequenz lediglich dem Zweck dienten, die Beeinflußbarkeit der Puppensterblichkeit durch Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit zu prüfen.

Je 20 *ambiguella*-Puppen, die zu gleichen Teilen männlichen und weiblichen Geschlechtes waren, kamen unmittelbar nach der Verwandlung in Zwölferschalen in verschiedene Dauertemperaturen bei einer mit NaCl regulierten durchschnittlichen relativen Luftfeuchtigkeit von $\cong 75\,\%$ (Ergebnisse siehe Tabelle 5).

Tabelle 5
Dauertemperaturen und Puppensterblichkeit

	Temperaturen in °C							
	+ 8	+ 12,7	+ 16,6	+ 18,8	+ 20,4	+ 24,1	+ 28,5	+ 34
Sterblichkeit in %	100	55	35	0	15	35	40	100

Bei einer Mitteltemperatur von rund 19° C gingen keine Puppen ein, nach oben und unten stiegen die Prozentsätze erwartungsgemäß an und zwar nach unten schneller als nach oben. Wesentliche Unterschiede, die auf eine verschiedene Empfindlichkeit beider Geschlechter schließen lassen, ergaben sich bei dem geringen Versuchsmaterial noch nicht. Die gefundenen Werte sind auf natürliche Verhältnisse nicht übertragbar und besitzen somit keine praktische Bedeutung.

Bei der Auswertung von Freilanduntersuchungen ist es vielfach üblich, zur Schaffung einer Vergleichsmöglichkeit mit den unter konstanten Verhältnissen erzielten Resultaten aus den gewöhnlich mit Thermohygrographen stündlich gemessenen oder zu bestimmten Stunden abgelesenen Temperaturen Tagesmittelwerte des Großraumklimas zu verwenden. Für die Feststellung des Mortalitätsprozentsatzes sind solche Mittelwerte ziemlich

nichtssagend, denn sie setzen sich ja von Fall zu Fall aus verschiedenen Temperaturen zusammen. Es ist aus ihnen nicht ersichtlich, ob kleinere oder größere Temperaturschwankungen zu verzeichnen waren, wie solche gerade in manchen Fällen die Mortalitätsziffer mitbestimmen können. Ebensowenig kommt zum Ausdruck, wenn irgendwann einmal vorübergehend extreme Temperaturen geherrscht hatten, die schon bei kurzfristiger Einwirkung das Leben des Versuchsobjektes gefährden. Die dann verursachte hohe Mortalität wird bei alleiniger Beziehung auf den Mittelwert unverständlich bleiben, da in einem anderen Fall beim gleichen Mittelwert ohne vorübergehende Einwirkung einer so extremen Temperatur sich etwas anderes ergeben kann. Die Wahrscheinlichkeit, daß derartige kritische Temperaturen erreicht werden, ist naturgemäß um so größer, je mehr sich die Mittelwerte selbst diesen nähern. Dabei sind die kritischen Temperaturgrenzen allerdings keineswegs fest. Eine bestimmte extreme Temperatur kann einmal tödlich wirken, ein anderes Mal nicht, je nachdem welche Verhältnisse vorher geherrscht haben, günstige oder ungünstige, den Gesundheitszustand des betreffenden Individuums fördernde oder schädigende, und je nachdem andere Faktoren gleichzeitig noch mit einwirkten. Nicht übersehen darf man auch, daß je nach dem Entwicklungszustand die Empfindlichkeit gegen bestimmte Temperaturen verschieden ist, oder anders ausgedrückt, daß für die einzelnen Entwicklungsstadien die Temperaturgrenzen verschieden sind. Es hat sich dies z. B. bei den Eiern des bekreuzten Traubenwicklers gezeigt, die im Anfangsstadium durch bestimmte Extremtemperaturen abgetötet werden, in späteren Stadien aber nicht mehr (3, 12).

Wenn man dies berücksichtigt, glaubt man zunächst vor einer unlösbaren Aufgabe zu stehen und wundert sich, wieso angenommen werden konnte, daß mit Hilfe einfacher Experimente im Labor diese Probleme zu meistern seien. Für brauchbare Ergebnisse sind die unter natürlichen Freilandverhältnissen gewonnenen Temperaturkurven zu analysieren, wobei besonderes Augenmerk auf die Größe der Schwankungen und auf die gemessenen Extremwerte zu richten ist, unter Berücksichtigung des jeweiligen Entwicklungszustandes des Versuchsobjektes und des Einflusses anderer Faktoren. Die Mittelwertberechnung allein genügt nicht. Erschwert werden die Verhältnisse noch dadurch, daß ein ganz deutlicher Unterschied zwischen Entwicklung (Reifung) und Schlüpfvorgang zu machen ist. So war z. B. bei den *ambiguella*-Puppen festzustellen, daß unterhalb der Schlüpfgrenze von + 12° C noch eine Entwicklung stattfindet, infolge Unterschreitung der Aktivitätsgrenze das Ausschlüpfen aber unterbleibt. Gleiches ist bei den Eiern beider Traubenwicklerarten zu beobachten, wo bei niederen Temperaturgraden es noch zur Entwicklung der Räupchen kommt, diese aber nicht schlüpfen können, wenn nicht wenigstens kurzfristig höhere, die Aktivitätsgrenze überschreitende Wärmegrade herrschen, die im Mittelwert nicht in Erscheinung treten. Die untere Schlüpf-

grenze ist bei den Traubenwicklern somit nicht die untere Entwicklungsgrenze, mit anderen Worten, der Entwicklungsbereich ist größer als der Schlüpfbereich.

In einem Laborversuch wurde die Frage geprüft, ob mit einer größeren Bedeutung der relativen Luftfeuchtigkeit bei der Sterblichkeit der *ambiguella*-Puppen zu rechnen ist. Je 10 männliche und weibliche Puppen kamen sofort nach ihrer Entstehung in Zwölferschalen, in denen mit Hilfe bestimmter Salze verschiedene relative Luftfeuchtigkeiten erzeugt wurden. Die Prüfung erstreckt sich auf je 7 Feuchtigkeitsstufen in 4 verschiedenen Temperaturen. Das Ergebnis ist der Tabelle 5a zu entnehmen.

Tabelle 5a
Konstante relative Luftfeuchtigkeiten und Puppensterblichkeit

Verschiedenes Salz	Durchschnittliche relative Luftfeuchtigkeit in %	Prozentuale Sterblichkeit bei Temperaturen in °C			
		+ 16,5	+ 18,7	+ 24,4	+ 28,4
H_2O	100	17	18	16	19
KNO_3	92	18	17	16	18
NaCl	74	18	18	11	15
$Ca(NO_3)_2$	55	6	13	10	13
$CaCl_2$	32	2	4	0	0
$ZnCl_2$	17	0	5	0	0
P_2O_5	0	0	0	0	0

Bei allen 4 Temperaturen war in den höheren Feuchtigkeitsstufen die Sterblichkeit gering. Von ungefähr 75 % ab nimmt die Mortalität um so mehr zu, je mehr die relative Luftfeuchtigkeit abnimmt. Bei 32 % kamen nur noch in den beiden unteren Temperaturen wenige Puppen durch, bei 17 % nur noch in der Mitteltemperatur von + 18,7 °C. Die Individuenzahl war zu gering, um Unterschiede beider Geschlechter mit Sicherheit feststellen zu können.

Man kann aus den Versuchen schließen, daß unter normalen natürlichen Verhältnissen die relative Luftfeuchtigkeit nicht von sehr großer Bedeutung sein wird, da diese bei uns im Freien nur selten und dann nur vorübergehend unter 50 % sinkt. Indirekt kommt der Feuchtigkeit allerdings wohl insofern eine große Rolle zu, als bei hoher Feuchtigkeit mit einer verstärkten Verpilzung der Puppen zu rechnen ist.

V. Puppengewicht und Puppensterblichkeit

Vom Herbst 1941 ab wurden die vorhandenen Puppen entweder alle oder nur zum Teil unmittelbar nach ihrer Entstehung einzeln gewogen und nach Bestimmung ihrer Geschlechtszugehörigkeit einzeln in numerierte, oben offene Glasröhrchen, die vorher sterilisiert worden

waren, gebracht. Über jede Puppe konnte so genau Protokoll geführt werden. Die Gewichtsbestimmungen wurden in bestimmten Zeitabständen wiederholt.

Die Wägungen unmittelbar nach der Verpuppung hatten für die einzelnen Generationen, Jahre und Geschlechter folgende Ergebnisse (siehe Tabelle 6):

Tabelle 6

Durchschnittsgewichte männlicher und weiblicher Puppen in verschiedenen Jahren und Generationen

Generation bzw. Jahr	Anzahl der gewogenen Puppen			Durchschnittliches Gewicht in mg		Mehrgewicht der Weibchen in %
	♂♂	♀♀	insges.	♂♂	♀♀	
Winterpuppen Geisenheim 1941/42 . . .	200	200	400	11,4	13,0	14
Sommerpuppen Geisenheim 1942	50	39	89	6,2	7.0	13
Winterpuppen Geisenheim 1942/43 . . .	177	185	362	8,5	9,0	6
Sommerpuppen Geisenheim 1943	69	179	248	5,7	6,5	14
Winterpuppen Geisenheim 1943/44 . . .	202	345	547	13,4	14,7	10
Winterpuppen Rüdesheim 1943/44 . . .	10	24	34	10,9	12,1	11

Die weiblichen Puppen waren durchweg schwerer als die männlichen sowohl im Sommer wie im Winter und zwar im Durchschnitt um 11%. Am geringsten war der Unterschied im Winter 1942/43 mit 6%, am höchsten im Winter 1941/42 mit 14% Mehrgewicht der Weibchen. Die Sommerpuppen waren bei beiden Geschlechtern leichter als die Winterpuppen. Entsprechend den verschiedenen Durchschnittsgewichten variierten natürlich auch die Minimal- und Maximalgewichte je nach der Generation, dem Jahr und dem Geschlecht (siehe Tabelle 7).

Die Variationsbreite war bei den Männchen stets kleiner als bei den Weibchen. Beim Geisenheimer Material ergab sich im Sommer stets eine kleinere Variationsbreite als im Winter. Die Höchstgewichte für die Winterpuppen wurden im Herbst 1943 mit 18,8 beim weiblichen und 16,1 mg beim männlichen Geschlecht erreicht. In der Abb. 6 sind durch eine Linie die im Winter 1942/43 für die einzelnen Gewichte ermittelten Puppenzahlen ohne Berücksichtigung des Geschlechtes eingezeichnet. Durch Säulen wurde getrennt für jedes Geschlecht dargestellt, wie hoch der Prozentsatz der Puppen für jedes Gewicht war. Es wurde auf ganze Milligramm auf- bzw. abgerundet. In der Abb. 7 ist die Gewichtsverteilung von 200 weiblichen Puppen des Herbstes 1941 dargestellt.

Tabelle 7
Minimal- und Maximalgewichte männlicher und weiblicher Puppen in verschiedenen Jahren und Generationen

	Tiefstgewichte in mg		Höchstgewichte in mg		Variationsbreite in mg	
	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀
Winterpuppen Geisenheim 1941/42 . . .	8,2	8,7	15,6	18,4	7,4	9,7
Sommerpuppen Geisenheim 1942	4,0	4,5	7,9	8,6	3,9	4,1
Winterpuppen Geisenheim 1942/43 . . .	4,8	5,5	12,3	13,5	7,5	8,0
Sommerpuppen Geisenheim 1943	4,0	4,3	7,9	9,4	3,9	5,1
Winterpuppen Geisenheim 1943/44 . . .	10,1	10,3	16,1	18,9	6,0	8,6
Winterpuppen Rüdesheim 1943/44 . . .	10,0	10,3	12,9	15,2	2,9	4,9

Die unterschiedlichen Puppengewichte sind letzten Endes auf eine verschieden starke Nahrungsaufnahme der Raupen zurückzuführen. Es sei in diesem Zusammenhang auf die Untersuchungen Zwölfers (14) verwiesen, der im Labor feststellte, daß je nach den wirksamen Temperaturen während der Raupenzeit bei der Nonne die Puppengewichte später variierten. Es ergab sich dabei ein deutliches Optimum. Zwölfer nahm auf Grund seiner Ergebnisse an, daß „Nahrungsaufnahme oder Nahrungsresorption

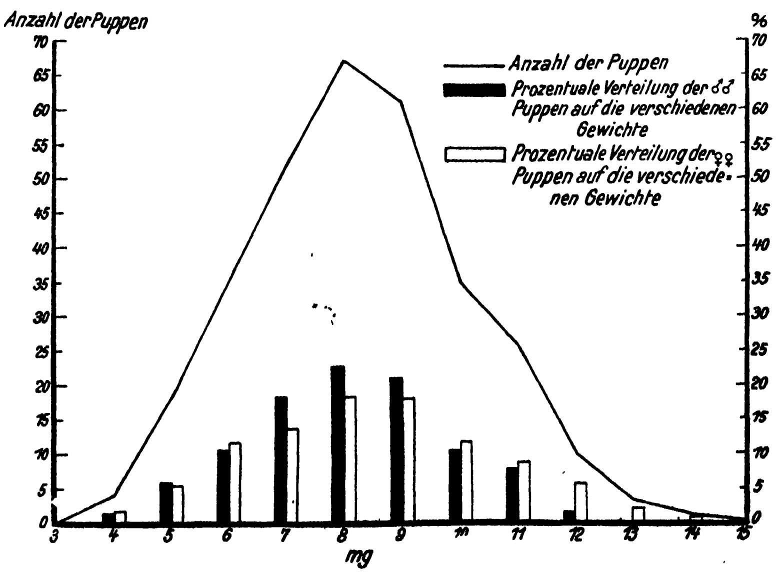


Abb. 6. Puppengewichte im Herbst 1942 und prozentuale Verteilung der männlichen bzw. weiblichen Puppen auf die verschiedenen Gewichtsstufen

der Raupen von *L. monacha L.*, vielleicht auch beides zusammen unter höheren Temperaturen günstiger verlaufen als unter niederen". Sehr wahrscheinlich trifft diese Annahme auch für die Traubenwicklerraupen zu. Auffallend ist der Gewichtsunterschied der in Rüdesheim und Geisenheim erhaltenen Puppen im Herbst 1943. Die klimatischen Verhältnisse zwischen Geisenheim und Rüdesheim weichen voneinander ab, wie neuerdings WEGER (13) nachgewiesen hat. Hierin liegt die Ursache, daß in Rüdesheimer Lagen vorwiegend der bekreuzte Traubenwickler, dagegen wenig der einbindige vorkommt, während die Verhältnisse in Geisenheim gerade umgekehrt sind. Die ungünstigen Entwicklungsmöglichkeiten für die einbindige Art in Rüdesheim sind somit vermutlich die Ursache des verminderten Puppengewichtes, das, worauf unten noch hingewiesen wird, seinerseits wieder von Bedeutung für die Lebensfähigkeit derselben und für die Fruchtbarkeit der späteren Motte ist.

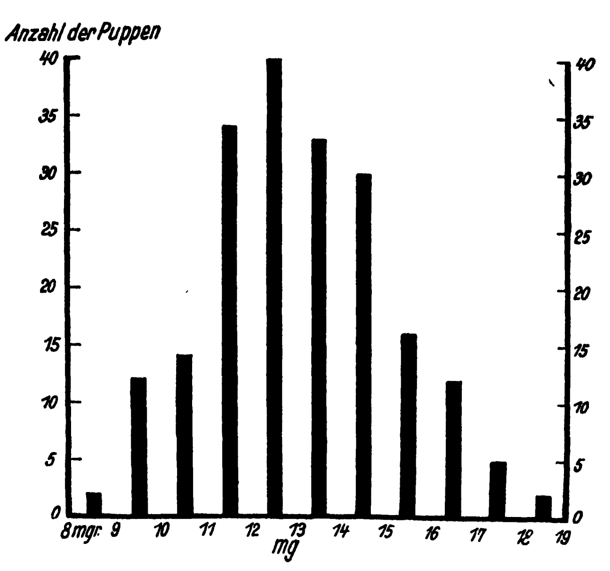


Abb. 7. Gewichtsverteilung von 200 weiblichen Puppen im Herbst 1943 (Geisenheim)

Alle Puppen wurden im Sommer täglich, im Winter in größeren, nach Monaten zählenden Zeitabständen nachgesehen. Nach Ausmerzung der Toten wurden die Überlebenden erneut gewogen. Es ergab sich dabei eine deutliche Gewichtsabnahme im Sommer, in ganz besonderem Maße aber im Winter. Es ist dies auch durchaus zu erwarten, denn in der Puppe erfolgt ja eine völlige Umbildung, zu der Energie aus den Reservestoffen beschafft werden muß. Dies muß sich aber in Gewichtsverlusten bemerkbar machen.

In der Abb. 8 sind die Gewichtsverluste einiger männlicher Sommerpuppen vom Verpuppungstag ab bis zum Tag vor dem Schlüpfen eingezeichnet.

Die Gewichtsabnahme erfolgt ziemlich gleichmäßig bis zum Tag vor dem Schlüpfen. Dasselbe gilt auch für die weiblichen Puppen.

SPEYER (9) hat bei Puppen des Kleinen Frostspanners nach fortlaufender Gewichtsabnahme kurz vor dem Schlüpfen eine geringe Gewichtszunahme beobachtet. Ich konnte beim einbindigen Traubenwickler nichts Ähnliches feststellen, obwohl ich besonders darauf achtete. Die von SPEYER

beobachtete Gewichtszunahme ist stoffwechselphysiologisch unerklärlich, da bei tierischen Objekten ein Substanzgewinn ohne Nahrungsaufnahme im allgemeinen nicht möglich ist. Vielleicht spricht dabei eine Veränderung der relativen Luftfeuchtigkeit eine Rolle. In diesem Falle wäre die Ge-

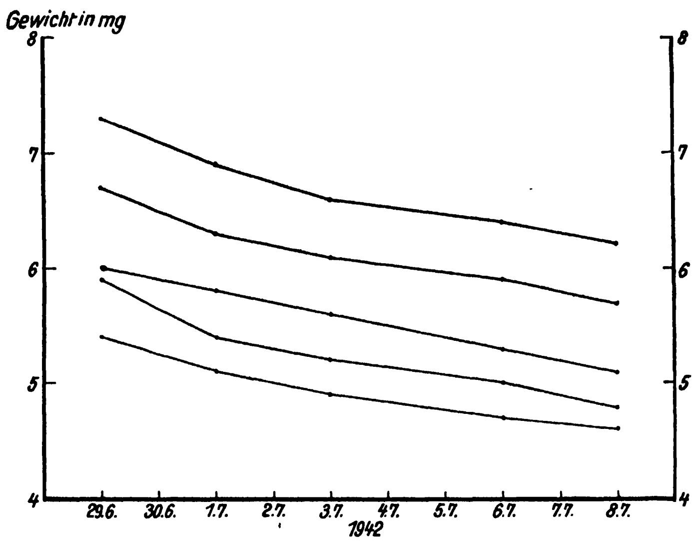


Abb. 8. Gewichtsabnahme verschiedener männlicher Puppen während ihrer Entwicklungszeit im Sommer 1942

wichtszunahme aber nicht charakteristisch für das Endstadium der Puppe, sondern könnte auch sonst während der Puppenzeit einmal auftreten.

Die Gewichtsabnahme ist prozentmäßig ausgedrückt recht erheblich. Als Beispiel führe ich die Ergebnisse des Winters 1941/42 und des Sommers 1942 an (siehe Tabelle 8). Es sind nur die Puppen berücksichtigt, aus denen später auch Motten schlüpften.

Die Puppen verloren damit vom ersten bis zum letzten Tag insgesamt 17—25% ihres Gewichtes. Entsprechend des höheren Gewichtes war die Abnahme, in Milligramm ausgedrückt, im Herbst natürlich erheblich größer. Trotz der langen Puppendauer im Winter ist jedoch prozentmäßig der

Tabelle 8

Durchschnittliche Gewichtsabnahme männlicher und weiblicher Puppen im Laufe der Puppenzeit

Generation und Jahr	Geschlecht	Durchschnittliches Gewicht in mg: 1 Tag nach der Verpuppung	Durchschnittliches Gewicht in mg: kurz vor dem Schlüpfen	Gewichtsabnahme in mg	Gewichtsabnahme in %
Winter 1941/42 . .	♀♀	15,2	11,4	3,8	25
	♂♂	12,4	9,5	2,9	23
Sommer 1942 . . .	♀♀	7.1	5,8	1,3	18
	♂♂	6,4	5,3	1,1	17

Gewichtsverlust nur wenig größer als im Sommer, ein Beweis dafür, daß es sich weniger um Feuchtigkeitsverluste, sondern um stoffwechselphysiologische Vorgänge handelt.

Von anderen Schädlingen, z. B. dem Kieferspanner, ist bekannt, daß zwischen Puppengewicht und Eizahl des späteren Falters eine ganz bestimmte Relation besteht (1). Es ist mit entsprechenden Untersuchungen bei den Traubenwicklern begonnen worden. Nach bisher gemachten Feststellungen, die allerdings noch keine endgültigen Aussagen zulassen, kann auch hier aus dem Puppengewicht auf die Eierproduktionsfähigkeit des späteren Weibchens geschlossen werden. Wieviel Eier gebildet und abgelegt werden, hängt natürlich noch von andern, insbesondere Witterungsfaktoren ab; immerhin ist bei hohen Puppengewichten mit einer erhöhten Eizahl und somit einer verstärkten Gefahr der Übervermehrung zu rechnen.

Es besteht kein Zweifel, daß unter natürlichen Verhältnissen über Winter der weitaus größte Teil der Puppen eingeht. Je nach den äußeren Umständen wird der Prozentsatz natürlich schwanken. Für die von mir beobachteten Puppen wurden folgende Werte ermittelt (siehe Tabelle 9).

Tabelle 9

Sterblichkeit männlicher und weiblicher Puppen in verschiedenen Jahren und Generationen

Generation und Jahr	Anzahl der beobachteten Puppen	Geschlechtszugehörigkeit	Anzahl der eingegangenen Puppen	In %
Winter 1941/42	200	♂♂	146	73
	200	♀♀	140	70
Sommer 1942	50	♂♂	12	24
	39	♀♀	10	26
Winter 1942/43	177	♂♂	171	97
	185	♀♀	170	92
Sommer 1943	69	♂♂	24	34
	179	♀♀	63	36

Im Winter war die Sterblichkeit viel höher als im Sommer. Aber auch ein Vergleich der entsprechenden Generationen zeigt insofern einen Unterschied, als im Winter 1941/42 prozentual wesentlich mehr Puppen am Leben blieben als 1942/43. Entsprechendes gilt für die Sommer 1942 und 1943.

Vergleicht man die Tabelle 9 mit der Tabelle 6, wo die durchschnittlichen Puppengewichte angegeben sind, so ist deutlich zu erkennen, daß Puppenzahl und Sterblichkeit bei den entsprechenden Generationen in einer bestimmten Beziehung stehen. Im Winter 1942/43 war das Puppen-

gewicht viel geringer als im Jahre vorher, die Sterblichkeit aber sehr hoch. Im Sommer 1942 gingen nicht so viele Puppen ein, bei geringerem Puppengewicht im Jahre 1943 aber wieder mehr als im Jahre 1942.

Wenn die obige Feststellung zutreffend war, daß je nach der Höhe des Durchschnittsgewichtes die Sterblichkeit variiert, mußten sich auch bei der großen Gewichtsbreite innerhalb der einzelnen Generationen Unterschiede in der Sterblichkeit bemerkbar machen, je nachdem es sich um leichte, mittlere oder schwere Puppen handelt. Dies trifft tatsächlich auch zu. Teilt man die weiblichen Puppen des Winters 1941/42 in drei Gewichtsklassen ein, so erhält man folgende Sterblichkeitsprozentsätze (siehe Tabelle 10).

Tabelle 10

Beziehungen zwischen Puppengewicht und Puppensterblichkeit

	15 mg und mehr	12—15 mg	Weniger als 12 mg
Anzahl der Puppen insgesamt . .	35	103	62
Anzahl der abgestorbenen Puppen .	14	75	51
Prozentsatz der abgestorben. Puppen	40%	73%	82%

Je höher das Gewicht, desto geringer war die Sterblichkeit. Selbstverständlich geht auch noch in der hohen Gewichtsklasse ein erheblicher Teil der Individuen zugrunde, aber sie haben ganz zweifellos die größte Chance des Überlebens.

Dasselbe zeigt sich in den beiden Abb. 9 und 10. Die im Jahre 1942/43 verwendeten Puppen wurden beim männlichen Geschlecht in 4, beim weiblichen in 5 Gewichtsklassen eingeteilt. Jeweils in den ersten Tagen eines Monats wurde das Material durchsucht und die Zahl der toten Puppen ermittelt. Die erste Wägung fand unmittelbar nach der Verpuppung im Laufe des Oktobers statt. Die nächsten erfolgten anfangs Dezember, Januar, Februar, März, April. Zum letztenmal wurde vor dem Schlüpfen Ende April gewogen. Die Darstellung gibt deutlich wieder, daß der Tod der Puppen um so früher eintritt, einer je geringeren Gewichtsklasse sie angehören. Bei den Männchen ist bei der letzten Wägung nur noch bei den schweren Puppen ein gewisser Prozentsatz am Leben, bei den Weibchen nur noch in den oberen Klassen.

Die vorläufigen Resultate dieser Untersuchungen, die weitergeführt werden, lassen heute schon die Folgerung zu, daß *ambiguella*-Puppen unter einem Anfangsgewicht von 9—10 mg normalerweise keine großen Chancen haben, den Winter zu überdauern. Damit ist unter Umständen aber die Möglichkeit gegeben, bei Bestimmung des Durchschnittsgewichtes Voraussagen über die eventuell zu erwartende Puppensterblichkeit zu machen, allerdings nur in begrenztem Maße, denn selbstverständlich geben die äußeren Faktoren den letzten Ausschlag und bedingen die Höhe des Sterblichkeitsprozentsatzes. Unter besonders günstigen Umständen können

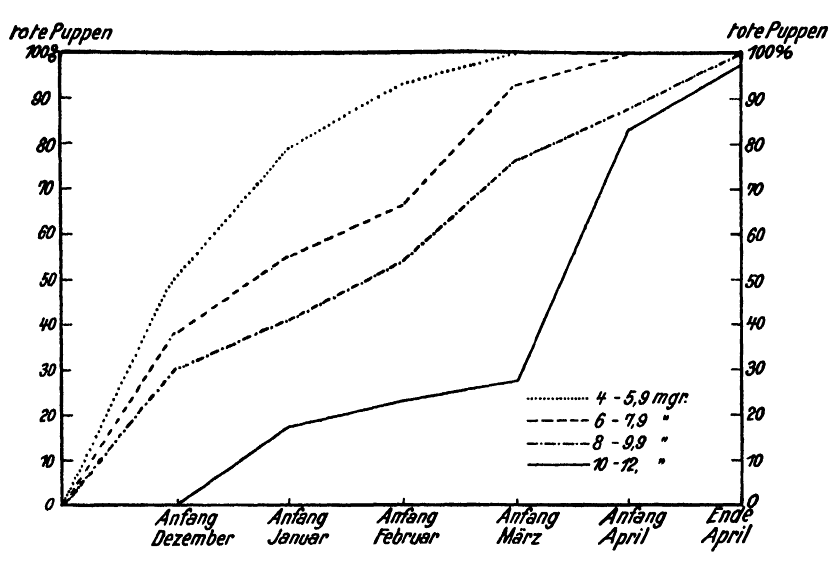


Abb. 9. Prozentsatz der in den verschiedenen Gewichtsklassen zu bestimmten Terminen eingegangenen Puppen männlichen Geschlechts (Winter 1942/43)

auch schwächere Individuen überleben, das ändert aber nichts an der Tatsache, daß die schwersten die besten Aussichten haben, dies zu tun. Eine Vollprognose über die Höhe der später schlüpfenden Motten wird in Verbindung mit den Puppengewichtsbestimmungen aber in dem Augenblick möglich sein, wo der Einfluß der Witterung auf die Sterblichkeit

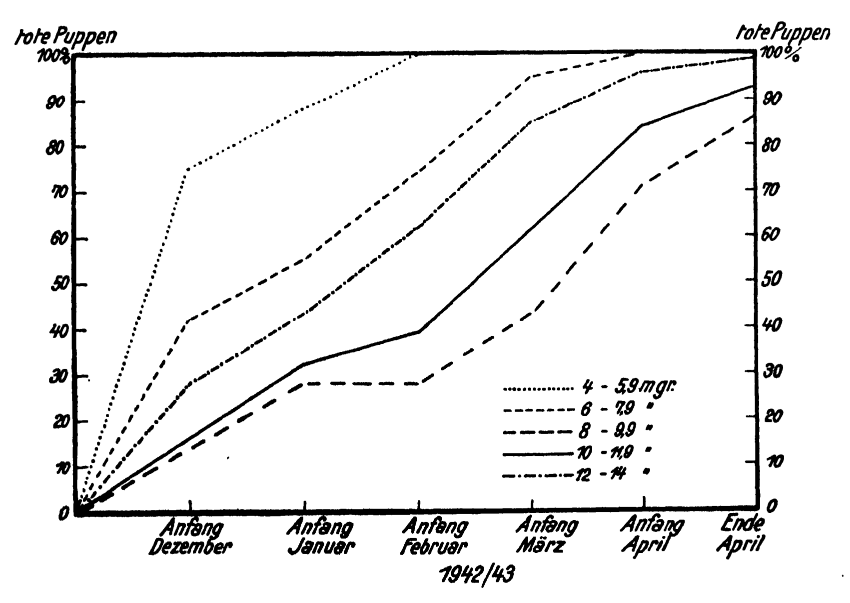


Abb. 10. Prozentsatz der in den verschiedenen Gewichtsklassen zu bestimmten Terminen eingegangenen Puppen weiblichen Geschlechts (Winter 1942/43)

restlos geklärt ist. Hier wartet jedoch noch eine Fülle von Versuchsarbeit, vor allem im Freiland.

Durch die allmonatlichen Zählungen der Abgänge war es möglich, festzustellen, welches die kritischen Monate für die Winterpuppen sind. Die Abb. 10, in welcher der Prozentsatz der jeweils zwischen den Wägungen eingegangenen Individuen eingezeichnet ist, gibt eine klare Antwort.

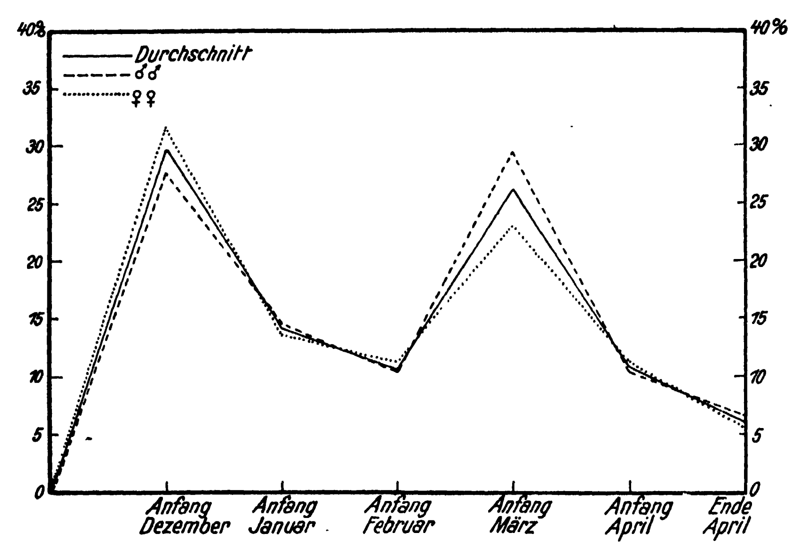


Abb. 11. Prozentsatz der zu verschiedenen Terminen eingegangenen Puppen (im Durchschnitt und getrennt nach Geschlechtern)

In der Zeit nach der Verpuppung bis in die ersten Novembertage war die Sterblichkeit sehr hoch. Im Durchschnitt fast 30 % der Puppen gingen schon in dieser ersten, rund 6 Wochen umfassenden Zeit ein. Bis in den Februar hinein sinkt dann die Sterblichkeitskurve ab, um schließlich erneut anzusteigen. Die Wägung anfangs März ergab wieder eine neue Sterblichkeitsspitze. Wenn in der Folgezeit die Zahl der toten Puppen sinkt, so ist dies eine natürliche Folge davon, daß sich der Bestand an noch lebendem Material inzwischen dezimiert hatte.

Die kritische Zeit für die Puppen stellen also nicht die kältesten Monate dar, sondern die Monate mit in der Regel feuchtem Übergangswetter und großen Schwankungen, nämlich November und die Zeit ab Mitte Februar.

VI. Rückblick und Ausblick

Die Resultate haben gezeigt, daß Versuche über das Puppenstadium der Traubenwickler in verschiedener Hinsicht aufschlußreich und auch praktisch von Bedeutung sind. Zwar mußte eine ganze Reihe von Fragen offen bleiben, die sich zum Teil erst im Laufe der Untersuchnngen ergeben haben. Die Versuche, vor allen Dingen mit den Winterpuppen, werden

daher weitergeführt und es so in Zukunft vielleicht einmal ermöglichen, unter Berücksichtigung der jeweiligen Witterungsverhältnisse Prognosen über die Sterblichkeit der Puppen und den ungefähren Zeitpunkt des Ausschlüpfens der Traubenwicklermotten im Frühjahr zu stellen.

VII. Zusammenfassung

1. Die Verpuppungszeit der Raupen von *Clysia ambiguella* im Herbst begann in den Versuchsjahren 1941—1943 in den ersten Oktobertagen und erstreckte sich sowohl im Labor wie im Freiland auf mehrere Wochen. Während im Sommer die männlichen Raupen sich vor den weiblichen verpuppten, war es im Herbst umgekehrt. Die Differenzen zum letztgenannten Zeitpunkt waren allerdings nicht sehr groß. Die Protandrie der Motten hat somit im Frühjahr und im Sommer verschiedene Ursachen.
2. In einem Reihenthermostaten erfolgten Verpuppungen innerhalb eines Temperaturbereiches von + 12 bis + 29° C. Niedrigere Temperaturen verzögerten, höhere beschleunigten den Eintritt der Verpuppung. Auch im Freiland war der Einfluß der Temperatur deutlich zu erkennen; bei Kälteinbruch sank die Zahl der neu entstandenen Puppen, um bei ansteigenden Temperaturen wieder zuzunehmen.
3. Die Puppendauer unterliegt dem Einfluß der Temperatur. Es muß zwischen der sogenannten Reifungs- und der Schlüpftemperatur unterschieden werden. Der Temperaturbereich für die Reifung ist größer. Während bei mittleren Temperaturen, wie sie im Sommer herrschen, die Entwicklungszeit beider Geschlechter nur unwesentlich verschieden ist, entwickeln sich bei niedrigeren Temperaturen die weiblichen Puppen deutlich langsamer als die männlichen. Hierin ist die Ursache für das spätere Ausschlüpfen der weiblichen Motten im Frühjahr zu suchen.
4. In Laborversuchen ergab sich ein Einfluß der Temperatur auf die Sterblichkeit der Puppen. Da die Versuche unter Einwirkung unnatürlicher, konstanter Bedingungen durchgeführt worden sind, ist eine praktische Auswertung der Ergebnisse nicht möglich. Mittelwertsberechnungen bei Freilanduntersuchungen sind zur Erklärung der Puppensterblichkeit ungeeignet. Unter den mitteleuropäischen Verhältnissen ist mit keiner bedeutenden, direkten Beeinflussung der Puppensterblichkeit durch die relative Luftfeuchtigkeit zu rechnen.
5. Die Puppengewichte schwankten in den einzelnen Jahren und Generationen. Die Sommerpuppen waren stets leichter als die Winterpuppen, die weiblichen Puppen stets schwerer als die männlichen. Das Gewicht nahm im Laufe der Puppenzeit ab, besonders deutlich im Winter. Es ergaben sich Gewichtsdifferenzen von 17—25%, die sich stoffwechselphysiologisch erklären.

6. Die Puppensterblichkeit war im Winter ungleich höher als im Sommer. Es bestand eine deutliche Beziehung zwischen Puppenausgangsgewicht und Sterblichkeit. Je leichter die Puppen waren, um so sicherer gingen sie im Laufe des Winters ein. Damit ergibt sich die Möglichkeit einer begrenzten Prognose über die zu erwartende Sterblichkeit der Winterpuppen. Die kritische Zeit für die Puppen bilden nicht die kalten Monate, sondern die Übergangszeiten von Mitte Oktober bis Anfang Dezember und ab Mitte Februar.
7. Untersuchungen physiologischer Art über das Puppenstadium haben, wie die Ergebnisse gezeigt haben, auch vom Standpunkt der Praxis aus gesehen, die gleiche Bedeutung wie alle übrigen.

Schrifttum

1. Brand, H., Puppengewicht, Puppengröße und Eizahl beim Kiefernspanner, *Bupalus piniarius* L. Mitteilungen aus Forstwirtschaft und Forstwissenschaft 1936.
2. Götz, Br., Untersuchungen über das Geschlechtsverhältnis bei den Traubenwicklern *Clysia ambiguella* und *Polychrosis botrana.* Anz. f. Schädlingskunde **15**, 37—43, 1939.
3. — — Laboratoriumsuntersuchungen über den Einfluß von konstanten und variierenden Temperaturen, rel. Luftfeuchtigkeit und Licht auf die Embryonalentwicklung von *Polychrosis botrana.* Anz. f. Schädlingskunde **17**, 73—83, 86—96, 125—129, 1941.
4. — — Zum Geschlechtsverhältnis der Traubenwickler *Clysia ambiguella* und *Polychrosis botrana.* Zt. f. ang. Entomologie **29**, 313—328, 1942.
5. — — Beiträge zur Analyse des Mottenflugs bei den Traubenwicklern *Clysia ambiguella* und *Polychrosis botrana.* Wein und Rebe **23**, 207—228, 1941.
6. — — Neue Apparate zum Studium der Insektenphysiologie. Die Umschau in Wissenschaft und Technik **49**, 779—781, 1941.
7. — — Freiland und Laboratoriumsuntersuchungen über Ausschlüpfen, Eiablage und Nahrungsaufnahme bei den Traubenwicklern *Clysia ambiguella* und *Polychrosis botrana.* Wein und Rebe **25**, 135—153, 1943.
8. Götz, Br. und Stellwaag, Fr., Neue Erkenntnisse in der Beobachtung des Traubenwicklermottenfluges. Wein und Rebe **22**, 25—44, 1940.
9. Speyer, Über das Vorkommen von Lokalrassen des kleinen Frostspanners (*Cheimatobia brumata* L.). Arb. phys. ang. Ent. **5**, 50—76, 1938.
10. Stellwaag, Fr., Die Weinbauinsekten der Kulturländer. Berlin 1928.
11. — — Die Einwirkung schwankender Freilandtemperaturen auf Insekten. Anz. f. Schädlingskunde **16**, 109—113, 1940.
12. — — Die Eientwicklung der Traubenwickler unter Freilandbedingungen. Anz. f. Schädlingskunde **19**, 1943.
13. Weger, N., Mikroklimatologische Studien in Weinbergen. Bioklimatische Beiblätter 1943.
14. Zwölfer, W., Studien zur Ökologie, insbesondere zur Bevölkerungslehre der Nonne, *Lymantria monacha* L. (Vermehrungspotential und Sterblichkeit der Entwicklungsstufen in ihren Beziehungen zu Temperatur und Luftfeuchtigkeit.) Zt. ang. Entomologie **20**, 1—50, 1934.

Aus dem Institut für Entomologie der Land- und Forstwirtschaftlichen Fakultät der kroatischen Universität in Zagreb

***Anastatus disparis* Ruschka Eiparasit des *Lymantria dispar* L.**

Von

Dr. ANTON KURIR

Mit 28 Abbildungen

Inhalt

Einleitung

Die Zahl der Eiparasiten, welche man bei dem polyphagen Schädling, *Lymantria dispar* L., trifft, ist sehr begrenzt. Bis heute sind nur zwei ausgesprochene Parasiten bekannt, und zwar *Anastatus disparis* Ruschka, welcher in Europa und Asien (nach Amerika eingeführt) und *Ooencyrtus (Schedius) Kuwanae* Howard, welcher in Asien (ebenfalls nach Amerika eingeschleppt) die Schwammspinnereier parasitieren. Erstgenannte Zehrwespe spielt in Europa eine sehr wichtige Rolle bei der Schwammspinnervernichtung.

In der SCHEDLschen Monographie des Schwammspinners (SCHEDL 1936) befinden sich viele wertvolle Daten bezüglich *Anastatus disparis* Ruschka (S. 116—123), welche aber im großen und ganzen für die Verhältnisse Amerikas gelten, weil sie hauptsächlich auf Grund amerikanischer Literatur zusammengestellt sind. Unsere Untersuchungen

haben oft gezeigt, daß diese Angaben über die Biologie der *Anastatus disparis* Ruschka für Verhältnisse, welche in Mitteleuropa herrschen, nicht übereinstimmten. Allerdings dürfen wir nicht die Untersuchungen amerikanischer Autoren ablehnen, weil sich dort wertvolle Beobachtungen, Beiträge zur allgemeinen Kenntnis der Biologie dieser Wespe, befinden.

Unsere Untersuchungen haben für die Biologie des Schwammspinnereiparasiten *Anastatus disparis* Ruschka dasselbe wie für die Biologie seines Wirtes *Lymantria dispar* L. bestätigt (KURIR 1943). Die Wespe verhält sich in ihrer neuen „zweiten Heimat" Amerika ganz anders, als in ihrer ursprünglichen Heimat, Europa und Asien. Eine Menge Faktoren — biotischer und abiotischer Natur — wirken auf die Organismen, mit Berücksichtigung der Akklimatisation, in unserem Falle einerseits auf *Anastatus disparis* Ruschka, andererseits auf den Wirt *Lymantria dispar* L., ein. *Anastatus disparis* Ruschka ist in Amerika im Winter 1907/08 eingeschleppt worden (HOWARD und FISKE 1911, CROSSMAN 1925, S. 658, BURGESS und CROSSMAN 1929, S. 25), [wie der Schwammspinner 1868/69 (FORBUSH und FERNALD 1896, S. 3)].

Ein größerer Teil der folgenden Untersuchungen ist im Institut für Entomologie der Land- und Forstwirtschaftlichen Fakultät der kroatischen Universität in Zagreb gemacht worden. In der technischen Arbeit und besonders bei Zeichnungen der *Anastatus disparis* Ruschka hat mir meine werte Schülerin und Demonstratorin des Entomologischen Institutes cand. Ing. LEA SCHMIDT geholfen, der ich an dieser Stelle meinen besonderen Dank aussprechen möchte.

Ein kleinerer Teil der Untersuchungen ist mit dem Verdienst des finanziellen Unterstützungsbeitrages seitens des kroatischen Ministeriums für Volkswirtschaft und mit dem gewährten Urlaub seitens des kroatischen Ministeriums für Volksunterricht in Wien durchgeführt worden, wo ich die Gastfreundschaft im Institut für Forstentomologie und Forstschutz der Hochschule für Bodenkultur in Wien bei Prof. Dr. ERWIN SCHIMITSCHEK genossen habe, unter dessen Kontrolle einige Versuche gemacht wurden. Bei dieser Gelegenheit danke ich herzlich für die gewährte Gastfreundschaft und auch für die fachlichen Beratungen und kritischen Bemerkungen zu meinen Versuchen.

Die Beschreibung der morphologischen Charakteristiken der *Anastatus disparis* Ruschka stammen von Herrn Hofrat Dr. JOSEPH FAHRINGER, dem ich meine Präparate und Zeichnungen zur Verfügung gestellt habe. Auch ihm danke ich herzlich für seine Mitarbeit.

Das Material, welches mir zu Untersuchungen diente, stammte aus den slawonischen Eichenwäldern Kroatiens. Durch mehrere Jahre haben mir die Herren: Direktor Ing. ADOLF JOŠOVEC, Förster Ing. KONSTANTIN BULA (beide Forstdirektion von der „Našička-Tanninfabrik und Dampfsäge AG." aus Gjurgjenovac), Direktor Ing. MATIJA GJAIČ (Forstdirektion „Gutmann AG." aus Belišće) und Förster Ing. IVO BASTANČIĆ (Forstdirektion Stari Mikanovci) das Versuchsmaterial

zur Verfügung gestellt, wofür auch diesen Herren allen aufrichtiger Dank gesagt sei.

Hundertsatz der parasitierten Eier in den einzelnen Wäldern

Der Hundertsatz der parasitierten Schwammspinnereier von *Anastatus disparis* Ruschka, welche man in den einzelnen Wäldern Slawoniens trifft, ist sehr verschieden, und zwar in demselben Wald, nicht nur innerhalb einzelner Jahre, sondern auch in ein und demselben Jahr an einzelnen Stellen des Waldes (wovon die Proben genommen werden).

In der Tabelle 1 sind die Resultate der Untersuchungen für den Wald Lipovac (liegt südlich der Drau, nördlich des Baches Karašica, der in die Drau mündet und im Gebiete der Ortschaften Petrijevci, Šag und Nard) für das Jahr 1938 und 1939, ferner für die Wälder: Muško Ostrovo (bei Stari Mikanovci), Boljara (westlich von Osijek, in der Nähe von Bare Slavonske), Rešetina (bei Belišće), Kapelački Lug (bei Valpovo und Belišće) und Karaš (bei Belišće) für das Jahr 1941, angegeben.

Tabelle 1

Das durchschnittliche Vorkommmen der parasitierten Schwammspinnereier in den Wäldern Slawoniens (in Prozenten)

Jahr	Wälder					
	Lipovac %	Muško Ostrovo %	Boljara %	Rešetina %	Kapelački Lug %	Karaš %
1938	6,3	—	—	—	—	—
1939	0,4	—	—	—	—	—
1941	—	18.7	0,9	32,1	7,0	5.2

Auf Grund der erhaltenen Resultate aus dem Durchschnitt der Untersuchungen aus heterogenem Material wurde eine graphische Darstellung (Abb. 1) gezeichnet. Die Bezeichnungen in den schraffierten Kolonnen sind Abkürzungen der Wälder, woraus das Probenmaterial stammt.

Individuell je Schwammspinnereigelege kommt manchmal ein sehr großer Hundertsatz parasitierter Eier vor. In den Wäldern Lipovac haben wir von 0,2—26,3 %, in Muško Ostrovo 5—54 %, in Boljara 0,6—16,6 %, in Rešetina 15,1—68,5 %, in Kapelački Lug 1,0—19,5 % und in Karaš bis 11,3 % parasitierte Eier je Eigelege gefunden.

Um ein Bild zu bekommen, welche Bedeutung diese Wespe als hemmender Faktor in der biologischen Schwammspinnergradation spielt, wurden drei Versuche durchgeführt mit Eiproben, die aus drei Wäldern stammten, welche von dem Schwammspinner verschiedentlich befallen waren. Für jeden einzelnen Wald sind die erhaltenen Resultate im Hundertsatz berechnet, und zwar für Schwammspinnereier, aus

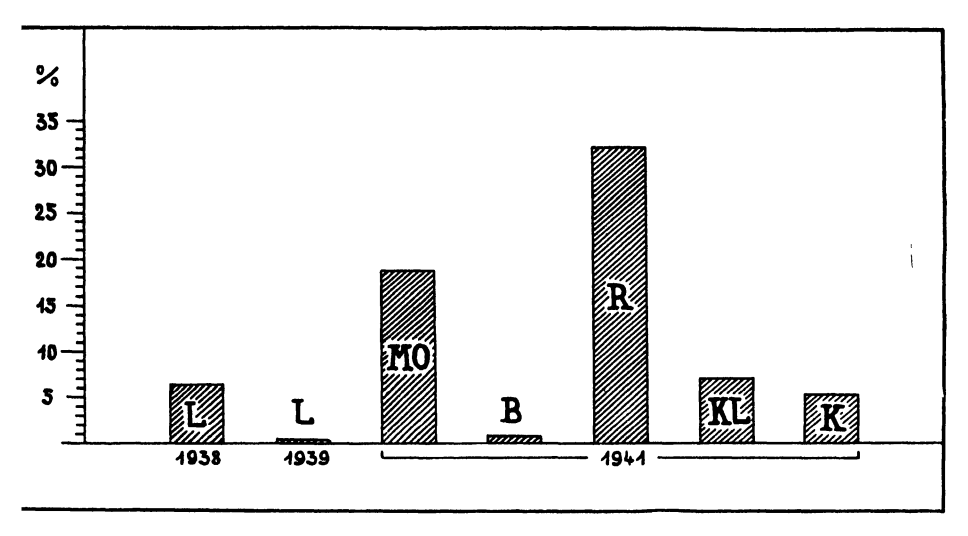


Abb. 1. Das Vorkommen der mit der *Anastatus disparis* Ruschka parasitierten Schwammspinnereier in den Wäldern Slawoniens

welchen die Eiräupchen des Schwammspinners ausgekrochen waren, für die Imagines der Wespe, welche die Eier des Schwammspinners verlassen haben und für die toten Schwammspinnereier bzw. vollen Eier, aus denen weder die Eiräupchen des Schwammspinners noch die Eiparasiten ausgekrochen waren.

Das Graphikon 2 (Abb. 2) gibt die Darstellung des Verhältnisses zwischen Schwammspinnereiräupchen, Wespen und toten Eiern für den Wald Rešetina, welcher vom Schwammspinner sehr stark befallen war. Aus 58,0 % Schwammspinnereiern sind die Eiräupchen des Schwammspinners ausgekrochen, während 32,1 % von der Wespe parasitiert waren und auf die übrigen 9,9 % fallen tote—nichtparasitierte — Eier. Wir betonen, daß im Jahre des sehr starken Schwammspinnerbefalles ein hoher Hundertsatz mit *Anastatus disparis* Ruschka parasitierter Eier war, bzw. eine reichliche Eiablage des Schwammspinners reichliche Vermehrung der Eiparasiten zur Folge hat.

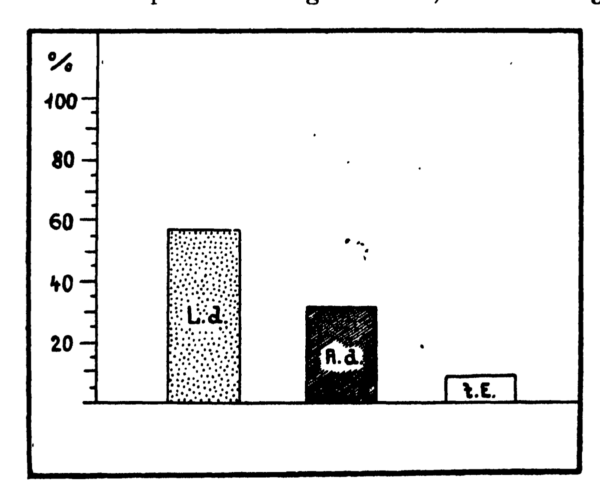


Abb. 2. Das Verhältnis in dem Wald Rešetina, welcher vom *Lymantria dispar* L. sehr stark befallen war (L. d. = *Lym. disparis* Eiräupchen, A. d. = *Anast. disparis*, t. E. = tote Eier

Aus dem Graphikon 3 (Abb. 3), welches

den Zustand im Walde Muško Ostrovo zeigt, wo der Schwammspinnerbefall in diesem Jahr von mittlerer Stärke war, ersieht man, daß der Hundertsatz der parasitierten Eier niedriger war. Von 55,2 % Schwammspinnereiern sind die Schwammspinnereiräupchen ausgekrochen, während 18,7 % Eier von der Wespe parasitiert waren, dagegen ein hoher Hundertsatz von toten — nichtparasitierten — Eiern (26,1 %) festzustellen war. Wir betonen, daß mit sinkendem Schwammspinnerbefall der Hundertsatz der mit der Wespe parasitierten Eier fällt.

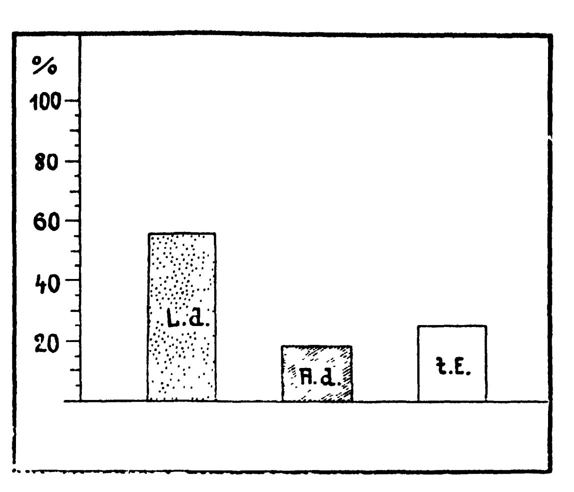


Abb. 3. Das Verhältnis in dem Wald Muško Ostrovo, welcher vom *Lymantria dispar* L. mittel-stark befallen war. Bezeichnungen wie in Abb. 2

Das Graphikon 4 (Abb. 4) gibt einen Einblick in den Wald Karas, welcher vom Schwammspinner schwach befallen war, dort wurde ein relativ hoher Hundertsatz der Eier von den Eiräupchen verlassen (90,2 %), während der Hundertsatz der parasitierten und nichtparasiterten toten Eier niedrig ist (5,2 % bzw. 4.6 %).

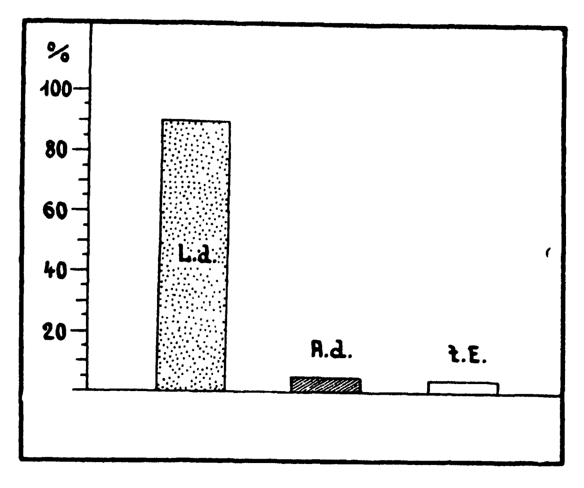


Abb. 4. Das Verhältnis in dem Wald Karaš, welcher vom *Lymantria dispar* L. schwach befallen war. Bezeichnungen wie in Abb. 2

Aus den Graphikonen ist ersichtlich, daß mit sinkendem Schwammspinnerbefall der Hundertsatz der gesunden Eier relativ steigt, während der Hundertsatz der parasitierten Eier sinkt.

Geschlechterverhältnisse der Wespe in den einzelnen Wäldern

Im Laufe einiger Jahre haben wir, auf Grund der genommenen Proben aus den einzelnen Wäldern, die vom Schwammspinner befallen und deren Eier von der Wespe parasitiert waren, konstatiert, daß das

Verhältnis von Männchen und Weibchen dieser Wespe sehr verschieden sein kann, indem einmal die Weibchen und einmal die Männchen überwiegen. In der Absicht, das Geschlechterverhältnis in den einzelnen Wäldern zu untersuchen, wurden größere Mengen der parasitierten Schwammspinnereigelege aus fünf verschiedenen Wäldern, welche vom Schwammspinner verschieden stark befallen waren, gesammelt.

In der Tabelle 2 befinden sich die Resultate dieser Untersuchungen in absoluten und relativen Werten. Die Abhängigkeit der verschiedenen Vorkommen der Wespe mit Berücksichtigung des Geschlechtes kann man nicht in Verbindung mit der Befallsstärke des Schwammspinners bringen. Während in dem Wald (Rešetina), welcher vom Schwammspinner sehr stark befallen wurde, die Männchen prozentuell überwogen, waren in dem Wald mit mittelstarkem Schwammspinnerbefall (Muško Ostrovo) die Weibchen überwiegend. Bei schwachem Schwammspinnerbefall (Kapelački Lug) überwogen die Männchen, dagegen war in zwei Beispielen des geringen Schwammspinnerbefalles, einmal die Zahl der Weibchen (Karaš) und einmal die der Männchen (Boljara) überwiegend.

Tabelle 2

Das Vorkommen der *Anastatus disparis* Ruschka in verschiedenen Wäldern mit Berücksichtigung des Geschlechts

Wälder	In Proben gefundene *Anastatus dispar* Ruschka				
	insgesamt	♂		♀	
		Zahl	in %	Zahl	in %
Muško Ostrovo	997	442	44.3	555	55,7
Boljara	62	46	74,2	16	25,8
Rešetina	2505	1343	53,6	1162	46,4
Kapelački Lug	365	192	52,6	173	47,4
Karaš	31	8	25,8	23	74,2

Aus den gefundenen Ergebnissen wurde das Graphikon 5 (Abb. 5) zusammengestellt, aus welchem man bildhaft das Geschlechterverhältnis in relativen Zahlen ersieht.

Um einen Einblick zu bekommen, ob zeitlich früher die männlichen oder weiblichen Imagines der Wespe das Schwammspinnerei verlassen, wurde ein Versuch gemacht mit parasitiertem Schwammspinnereimaterial aus einem Wald (in dem dieses Jahr eine sehr reichliche Eiablage des Schwammspinners erfolgte und die in demselben Jahr zahlreich mit der Wespe parasitiert war — Wald Rešetina —). Es wurde beobachtet, ob Männchen oder Weibchen (im Hundertsatz) auf das erste tausend ausgeschlüpfter Wespen überwiegen würden. Die Resultate der Versuche haben ergeben, daß durchschnittlich zuerst weit mehr Männchen der Wespe das Schwammspinnerei verlassen,

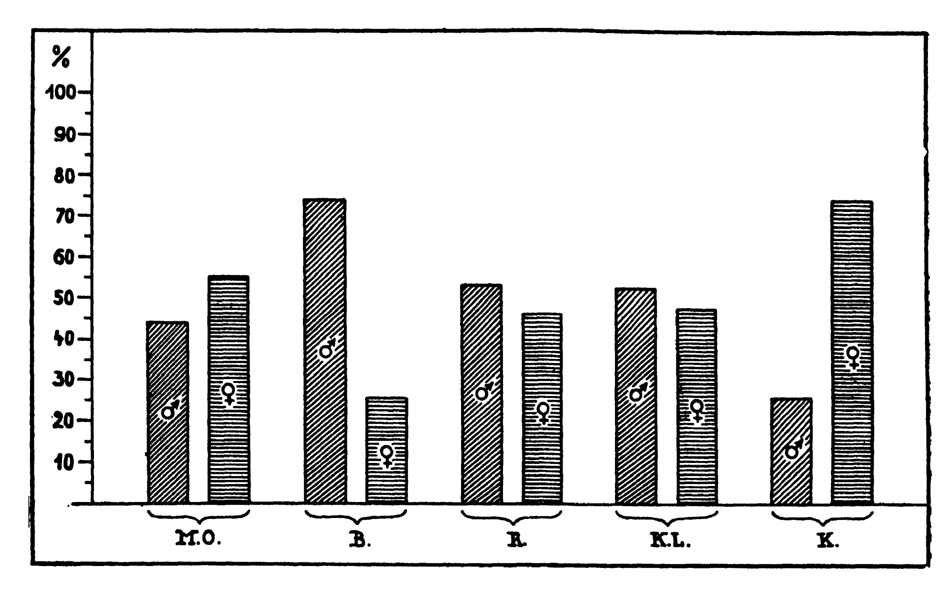


Abb. 5. Das Geschlechterverhältnis der *Anastatus disparis* Ruschka in verschiedenen Wäldern. (Die Bezeichnungen M. O., B., R., K. L., K. bedeuten die Anfangsbuchstaben der verschiedenen Wälder)

während sich die Weibchen in geringer Zahl befinden. Es wurde das Geschlechterverhältnis von je 100 Imagines aus heterogenem Material und insgesamt von 1000 Imagines beobachtet. Tabelle 3 zeigt dieses Verhältnis zwischen Männchen und Weibchen im Hundertsatz je Gruppe von 100 Imagines und von insgesamt 1000.

Tabelle 3

Das Geschlechterverhältnis der *Anastatus disparis* Ruschka mit Berücksichtigung der zuerst ausgeschlüpften tausend Imagines (in Hundertsatz gerechnet je hundert Imagines)

Ordnungsnummer der Gruppe von 100 Imagines der Wespe	♂	♀
1	92	8
2	97	3
3	92	8
4	97	3
5	93	7
6	94	6
7	89	11
8	88	12
9	91	9
10	84	16
Insgesamt	917	83

Breite der Aktion des Wespenauskriechens

Wir haben bei einigen Proben aus den verschiedenen mit Schwammspinnern befallenen und mit *Anastatus disparis* parasitierten Wäldern den Verlauf des Auskriechens der Wespe bzw. das Verlassen des Chorions des Schwammspinnereies beobachtet. Unter den normalen, in Mitteleuropa herrschenden Verhältnissen beginnt das Verlassen des Chorions in der zweiten Hälfte Juli und dehnt sich bis zur zweiten Hälfte August aus, vollzieht sich also innerhalb eines Monates. Am frühesten begann, bei unseren Untersuchungen, das Verlassen am 15. Juli und war spätestens am 17. August beendet.

Aus heterogenem Material geht das Verlassen in einer unimodalen Kurve mit starkem Aufstieg vor sich, der sein Maximum gewöhnlich am sechsten oder siebenten Tag erreicht, dann folgt ein etwas milderer Absturz als der Aufstieg.

Wir legten drei Kurven des Auskriechens (Abb. 6) an, auf Grund der erhaltenen Resultate aus drei verschiedenen Wäldern. Die erste Kurve zeigt den Verlauf des Auskriechens im Walde Rešetina, welcher vom Schwammspinner sehr stark befallen und auch mit der Wespe sehr stark parasitiert war [der Hundertsatz der parasitierten Eier (des heterogenen Materials) betrug 32,1 %]. Die zweite Kurve gibt das Verlassen des Schwammspinnereichorions im Wald Muško Ostrovo, der vom Schwammspinner mittelstark befallen und von der Wespe mittelstark parasitiert war, an [Hundertsatz der parasitierten Eier 18,7 % (heterogenes Material)]. Aus der dritten Kurve ersieht man das Auskriechen der Wespe im Wald Kapelački Lug, welcher einen

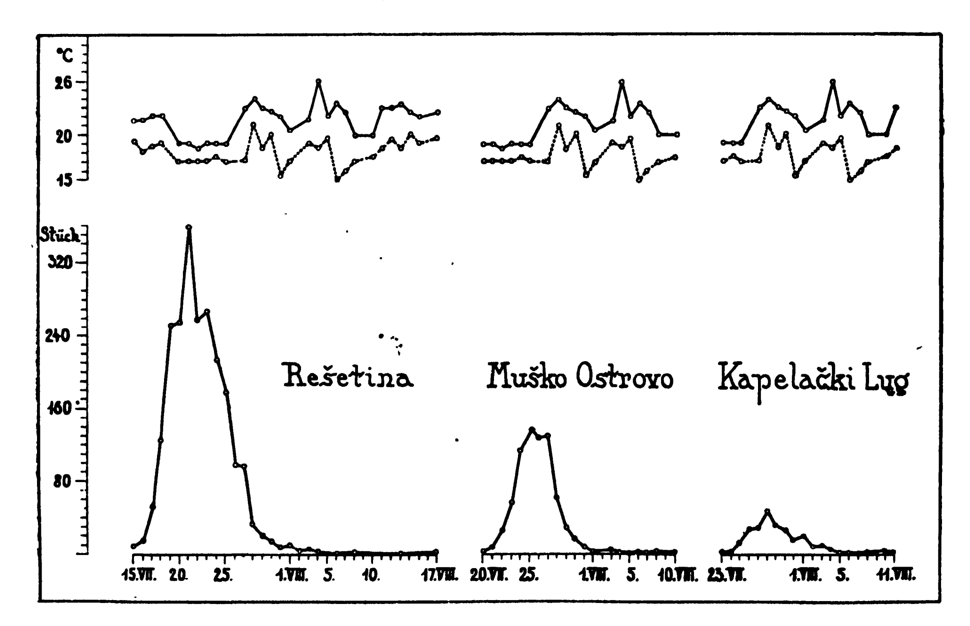


Abb. 6. Verlauf des Auskriechens der *Anastatus disparis* Ruschka (heterogenes Material) - - - -

schwachen Schwammspinnerbefall hatte [Hundertsatz der parasitierten Eier (heterogenes Material) sehr niedrig, und zwar 7 %].

In dem Wald mit sehr starkem Schwammspinnerbefall geht das Verlassen der Eiparasiten in der Zeitfolge früher vor sich als in den vom Schwammspinner mittelstark oder schwach befallenen Wäldern. Mit dem Sinken des Schwammspinnerbefalles geht das Verlassen der Eiparasiten zeitlich später vor sich und gleichfalls verkürzt sich mit dem Sinken des Befalles vom Schwammspinner die Breite des Auskriechens der Wespe (in heterogenem Material).

In dem Wald mit sehr starkem Schwammspinnerbefall betrug die Breite der Aktion des Wespenauskriechens 34 Tage, in dem Wald mit mittelstarkem Befall 22 Tage, während in dem Wald mit schwachem oder geringem Befall diese nur 20 Tage betrug. Oberhalb jeder Kurve sind die am Maximum- und Minimumthermometer abgelesenen Tagestemperaturen eingetragen. Die obere Linie gibt die Werte des Maximumthermometers, die untere — punktierte — Linie, die des Minimumthermometers zur Zeit des Auskriechens der Wespe an. Das Auskriechen geht innerhalb der Grenztemperaturen von 18,5 °C und 26 °C des Maximumthermometers und zwischen 16,0° und 20,0 °C des Minimumthermometers vor sich.

Unsere Untersuchungen haben gezeigt, daß zwei Monate nach dem Auskriechen der letzten Eiräupchen des Schwammspinners (heterogenes Material) die erste Imago *Anastatus disparis* das Chorion des Schwammspinners verließ.

In heterogenem Material kann die Länge des Imaginallebens der Wespen eineinhalb Monate sein. Diese eineinhalb Monate setzen sich zusammen aus: durchschnittlich einem Monat, Anfang bis Ende des Auskriechens der Wespen, plus Individualdauer des Lebens einer Imago, welche durchschnittlich 15 Tage beträgt (siehe Abschnitt „Dauer des Imaginallebens der Wespe").

Auf Grund der amerikanischen Literatur führt SCHEDL (1936) das Schlüpfen der Imagines der Wespe von Juni bis August an, während RUSCHKA (1921) Juni oder Juli anführt.

Anormales Auskriechen der Wespen bei der Überwinterung im Laboratorium

Die Untersuchungen über das Betragen der *Anastatus disparis* Ruschka mit Berücksichtigung des Auskriechens, wenn ihr Lebenslauf gestört wurde, werden folgendermaßen durchgeführt: Das Schwammspinnermaterial im Eistadium, welches mit dieser Wespe befallen war, wurde im Wald Rešetina noch im Herbst gesammelt und gleich ins Laboratorium des Zagreber Institutes gebracht. Dort wurde das Material einen Teil des Herbstes über, den ganzen Winter, Frühling und Sommer in Räumen mit gewöhnlicher Zimmertemperatur aufbewahrt.

Unsere Aufgabe war, festzustellen, ob der Lebenszyklus der Wespe gestört wird, wenn auf die Tiere innerhalb des Schwammspinnereichorions anormale abiotische Faktoren einwirken. Das gesammelte Material hat die Überwinterung draußen nicht durchgemacht, war also nicht niedrigen Wintertemperaturen, welche in den Wäldern herrschen und raschen Temperaturschwankungen ausgesetzt, sondern in Räumen mit gleichmäßigen milden Zimmertemperaturen, welche den ganzen Winter hindurch geheizt wurden, aufbewahrt.

Während dieses Eimaterial im Laboratorium war, wurde die Temperatur auf trockenem und feuchtem Thermometer dreimal täglich, und zwar um 7 Uhr vormittags, 12 Uhr mittags und 7 Uhr abends abgelesen. Die Mittel-Tagestemperaturen wurden aus der Summe der drei täglichen Messungen, dividiert durch drei, und zwar separat für das trockene und feuchte Thermometer erhalten.

Das normale Auskriechen der Wespe aus heterogenem Eimaterial fällt, wie oben gesagt, in Mitteleuropa gewöhnlich in die Zeit von Mitte Juli bis Mitte August und kann sich vom 15. Juli bis zum 17. August ausdehnen.

Unter dem Einfluß der anormalen Verhältnisse begann das Auskommen der Wespe schon sehr früh, und zwar am 24. Februar, die Spanne des Auskriechens betrug in unseren Versuchen sechseinhalb Monate. Das Auskriechen der Wespen war am 11. September beendet (heterogenes Material).

Die Wespen begannen mit dem Verlassen des Eichorions sehr früh, und zwar nachdem die Eiräupchen des Schwammspinners — auch unter den anormalen Verhältnissen — das Ausschlüpfen abgeschlossen hatten (hier handelt es sich wieder um heterogenes Material).

Aus den erhaltenen Werten ist das Graphikon 7 (Abb. 7) der Auskriechensaktion der Wespe zusammengestellt. Hier sehen wir eine natürliche unimodale Kurve mit zwei sehr hohen Maxima, welche sehr nahe beieinander liegen und die man fast als ein Maximum ansprechen kann, weil der Unterschied nur zwei Tage beträgt und diese zwei Tage bedeuten bei der Breite des Auskriechens von sechseinhalb Monaten nicht viel. Bei dem anormalen Auskriechen verläuft das Ausschlüpfen für die ersten 100 Tage in einem sehr schwachen und kaum wahrnehmbaren Aufstieg. Nach dem hundertsten Tag erfolgt ein sehr rascher Aufstieg und die Kulmination wird nach weiteren sechs Tagen erreicht. Dann fällt sie sehr rasch ab, ebenso wie der Aufstieg begann.

Während der Maximum-Ausschlüpfenspunkt der Wespe bei normalem Auskriechen in die zweite Hälfte Juli fällt, fällt er bei anormalem Verlassen des Eichorions in die Mitte des Monats Juni, also ein Monat früher. Die Breite der Aktion des Wespenauskriechens erstreckt sich bei normalen Verhältnissen innerhalb eines Monats, während bei anormalen Verhältnissen sechseinhalb Monate gebraucht werden. Oberhalb befinden sich die Werte der mittleren Tagestemperaturen des trockenen und feuchten Thermometers und die

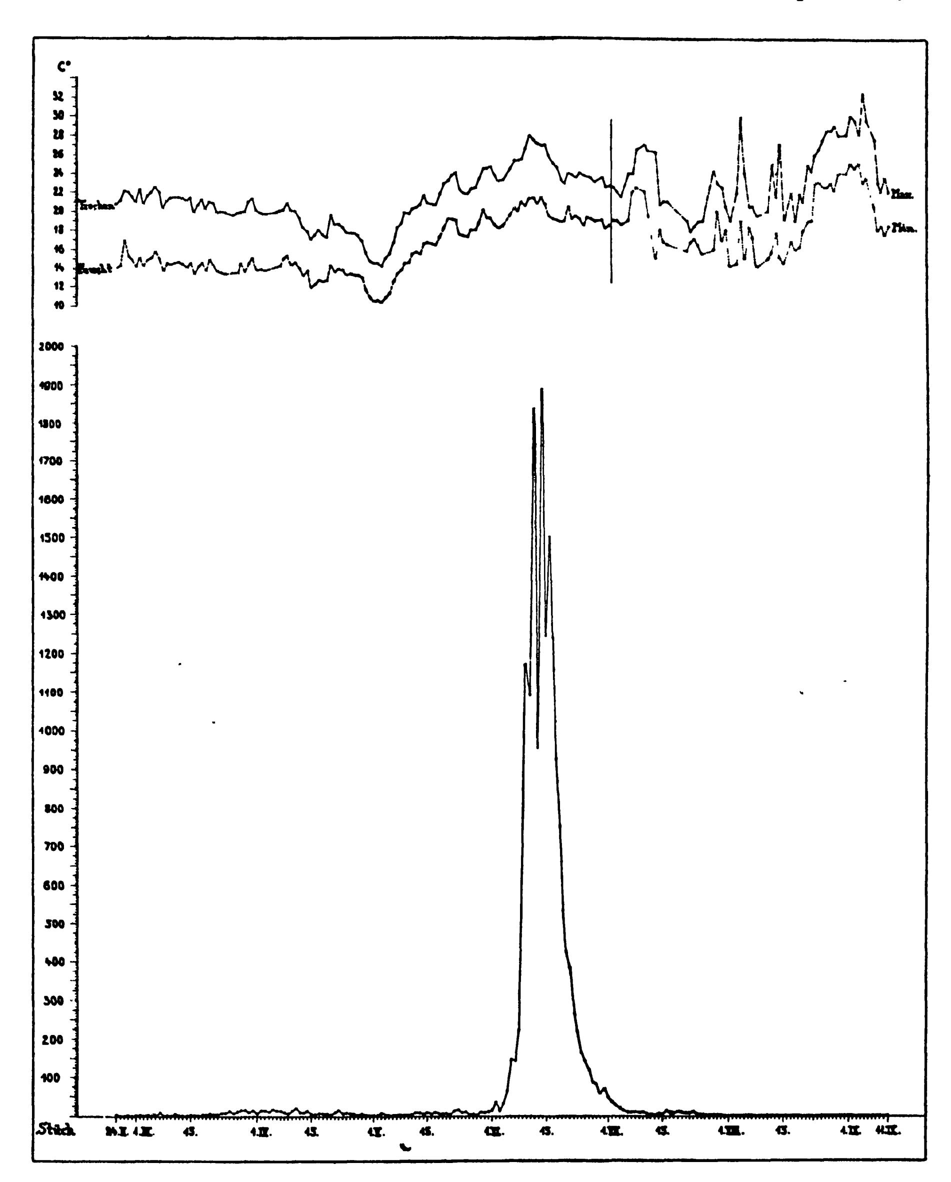


Abb. 7. Verlauf des anormalen Auskriechens der *Anastatus disparis* Ruschka (heterogenes Material)

Tagestemperaturen des Maximum- und Minimumthermometers. Bis 1. Juli wurden die Temperaturen auf trockenem und feuchtem Thermometer gemessen, da man später aus technischen Gründen diese Messungsart nicht beibehalten konnte, wurden die Tagestemperaturen einmal täglich, und zwar um 12 Uhr mittags am Maximum- und Minimumthermometer abgelesen. Wie aus dem Graphikon ersichtlich ist, haben sich keine großen Fehler auf Grund der zwei verschiedenen Messungsmethoden ergeben. Die obere Temperaturlinie der linken

Seite — einfach ausgezogen, gibt die mittleren Tagestemperaturen auf trockenem Thermometer und die darunter liegende strichlierte Linie die mittleren Tagestemperaturen des feuchten Thermometers an. Ferner zeigt auf der rechten Seite die obere strichpunktierte Linie die Tageswerte der Temperatur am Maximumthermometer, während die untere punktierte Linie die Tagestemperaturen am Minimumthermometer darstellt.

Auf Grund unserer fünfjährigen Untersuchungen nehmen wir an, daß *Anastatus disparis* Ruschka unter den Verhältnissen in Mitteleuropa in der Regel nur eine Generation im Jahr hat. ESCHERICH (1913) führt auch eine einjährige Generation an. SCHEDL (1936) führt an, daß sie normalerweise nur eine Generation, ausnahmsweise zwei je Jahr hat. GYÖRFI (1941) führt ebenso an, daß bei günstigen Umständen auch zwei Generationen vorkommen können. Derselbe Autor hat einen Versuch des Aussetzens der parasitierten Eier im August in einem auf 25° C erwärmten Thermostat gemacht und hat Mitte Oktober die Imagines der Wespe erhalten.

Wünschend, die Möglichkeit dieser zweiten Generation zu erklären, haben wir im oben erwähnten Laboratoriumsversuch des Aussetzens der mit dieser Wespe parasitierten Schwammspinnereier in anormale Verhältnisse, in denen der Lebenslauf der Wespe innerhalb der Schwammspinnereichorions verkürzt wurde, gemacht. Dies ist uns gelungen, aber die zweite Generation erhalten zu wollen, ist praktisch sinnlos, da *Anastatus disparis* Ruschka ihre Eier in der Regel nur in den frisch abgelegten Schwammspinnereiern ablegt und diese frischen Eier sind von Februar bis Juni nicht in der Natur zu finden. Mir ist, im Laboratorium, während zweier Jahre der Winterversuch der Schwammspinnerzucht im Raupenstadium mit Fütterung von Blumen- und Blattknospen der *Rosaceae*, welche durch warme Bäder vorzeitig ausgetrieben hatten, nur teilweise, nämlich nur bis zur zweiten Häutung gelungen.

Art des Auskriechens der Wespe aus dem Schwammspinnerei

Wie ich schon in einer meiner Arbeiten (KURIR 1943) erwähnt habe, beißt die Wespe sich in die Schale zum Ausschlüpfen ein rundes Loch (Abb. 8), dessen Größe rund ein Achtel des ganzen Schwammspinnereichorions beträgt, und zwar an irgendeiner beliebigen Stelle der Eischale, entweder an der Seite oder an den Eipolen bzw. an der Zentralvertiefung des Eies, während die Schwammspinnereiräupchen beim Chorionverlassen nie die Zentralvertiefung des Eies durchbeißen und eine längliche Form besitzen (Abb. 9). Man kann also an den Schlupflöchern deutlich erkennen, ob das Schwammspinnerei parasitiert war oder nicht.

Das Chorion des vom Eiräupchen verlassenen Schwammspinnereies bleibt hell und durchsichtig, während das, welches von der Wespe verlassen wurde, dunkel und innen schmutzig ist, weil innerhalb des

Chorions die abgelegte Puppenhaut und Exkremente abgelagert sind, die einen dunklen Ton verursachen. Durch Beachten dieser Eigenschaften ist eine schnelle Kontrolle des Parasitenprozentsatzes möglich

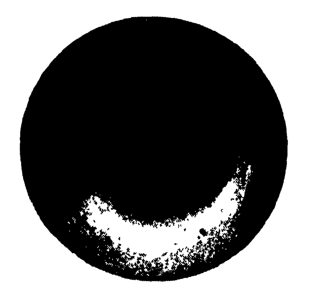


Abb. 8. Das Schwammspinnereichorion, das von *Anastatus disparis* Ruschka verlassen wurde



Abb. 9. Das Schwammspinnereichorion, das vom Eiräupchen des Schwammspinners verlassen wurde

(Abb. 10). Dieses Sortieren kann man sehr leicht mit freiem Auge durchführen; Lupe oder Mikroskop sind in der Praxis nicht notwendig (der Fehler bei dieser Kontrolle variiert zwischen ± 5 %). Nur wenn man eine 100prozent. Genauigkeit erzielen will, muß man Lupe oder Binokular zu Hilfe nehmen.

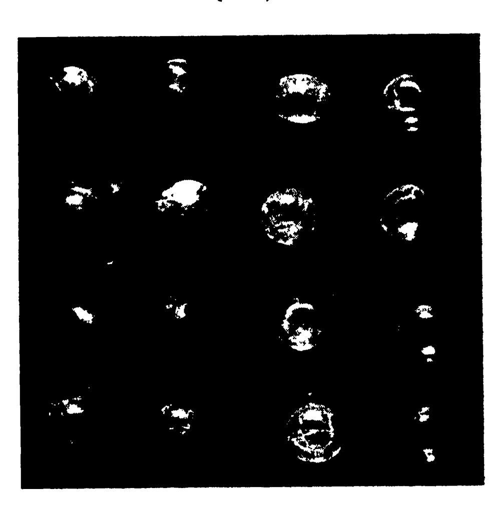


Abb. 10 Von den Tieren verlassene Schwammspinnereichorione. Die zwei oberen Reihen sind von der Wespe *Anastatus disparis* Ruschka und die unteren zwei Reihen von den Eiräupchen des Schwammspinners verlassen worden (Mikroaufnahme)

Um die Art und Weise zu beobachten, wie die Wespe das Chorion aufbeißt, wurden einzelne parasitierte Schwammspinnereier in solche Eichorione, die schon von den Schwammspinnereiräupchen verlassen waren, eingelegt. Die Wespe hat bei Verlassen erst das Eichorion ihres Wirtes und danach das zweite herumgelegte Eichorion durchbissen. Das Ausschlüpfloch der Wespe war an beiden Chorionen gleich. Diesen Versuch haben wir aus folgendem Grunde gemacht. Es geschieht oft bei Schwammspinnereiern, die von der Wolle entblößt und in großen Mengen durcheinander gemischt sind, daß ein parasitiertes Schwammspinnerei in ein anderes Chorion gelangt, welches schon früher das Eiräupchen verlassen hat. Dann bekommen wir an demselben Eichorion — beim Verlassen der Wespe — zwei verschiedene Ausschlüpflöcher, ein längliches, und ein kreisförmiges. Man darf in einem solchen Falle nicht glauben, daß vielleicht innerhalb

eines Eichorions zwei verschiedene Organismen nebeneinander gelebt haben. Innerhalb eines Eichorions kann sich in der Regel nur ein Tier entwickeln, entweder ein Schwammspinnereiräupchen oder eine Parasitenwespe, aber niemals zwei Organismen.

Durch unsere Versuche ist die Frage gelöst worden, wie viele Eiparasiten (*Anastatus disparis* Ruschka) sich in einem Schwammspinnerei entwickeln können. Von den parasitierten Eiern haben wir Hunderte und aber Hunderte Parasitenzuchten in den letzten Jahren durchgeführt, aber es hat nie ein und dasselbe Eichorion mehr als e i n Parasit verlassen. In der Regel: innerhalb des Schwammspinnereichorions kann sich nur ein einziger Parasit der *Anastatus disparis* Ruschka entwickeln.

In mechanisch durch kleine Eindrücke beschädigten Schwammspinnereiern sterben, wenn diese nicht parasitiert waren, die Eiräupchen innerhalb des Chorions ab. Wenn dieses Ei aber mit der *A. disparis* Ruschka parasitiert war — und nicht stark eingedrückt —, kann sich die Wespe entwickeln und aus ihrer Puppe innerhalb des eingedrückten Eichorions auskriechen und später auch das Eichorion verlassen.

Nachdem die Wespe mit den Mundwerkzeugen das runde Ausschlüpfloch auf dem Wirtseichorion gemacht hat und von dem Loch die runde Platte weggeworfen, schlüpft sie mit dem Kopf durch. Bei diesem Durchschlüpfen bewegen sich die Fühler besonders lebhaft. Danach befreit sie sich mit den vorderen und mittleren Beinen den Thorax und diese Befreiung des Thorax dauert, mit Berücksichtigung der Befreiung des Kopfes und Abdomens relativ am längsten. Sobald der Thorax befreit ist, wird mit einigen Bewegungen der mittleren und hinteren Beine auch das Abdomen befreit. Die frisch ausgeschlüpfte Wespe ist noch ein wenig feucht. Mit den Beinen, sozusagen, putzt sie Flügel, Kopf und Fühler. Einige Minuten nach dem Verlassen des Schwammspinnereichorins ist die Wespe zur Copula bereit. Durch eine Mikroaufnahme in Abb. 11 sind zwölf verschiedene Phasen der Wespe bei dem Verlassen des Eichorions des Schwammspinners abgebildet.

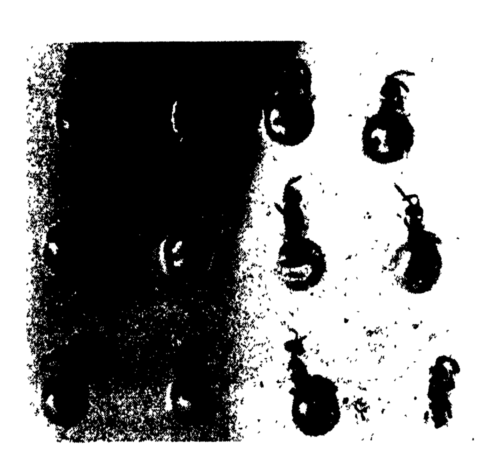


Abb. 11. Das Verlassen der *Anastatus disparis* Ruschka des Schwammspinnereichorions in 12 Phasen (Mikroaufnahme)

Lebensdauer der Wespe innerhalb des Schwammspinnereichorions

Die Wespe *Anastatus disparis* Ruschka verbringt das Ei-, Larven- und Puppenstadium innerhalb des Eichorions des Schwammspinners, und braucht von der Eiablage in das Schwammspinnerei bis zum Verlassen

des Schwammspinnereichorions als Imago elfeinhalb Monate. Das beberechnet man, indem man vom gesamten Wespenleben — von Ei bis Ei —, welches ein Jahr beträgt, die Länge eines Imaginallebens abzieht. Unsere Untersuchungen haben ergeben, daß die Lebensdauer der Wespe durchschnittlich 15 Tage beträgt (was wir im nächsten Abschnitt zeigen).

Auf Grund der Literatur würde man schließen, daß die Länge des Imaginallebens zwei Monate beträgt. So z. B. führt SCHEDL (1936, S. 116) an, daß *Anastatus disparis* den größten Teil des Jahres, 10 Monate (so auch FRIEDERICHS 1930, S. 289) und mehr im Ei des Wirtes verbringt, während etwas später derselbe Verfasser (SCHEDL 1936, S. 118, nach CROSSMAN 1925, S. 661) ein kurz dauerndes Imaginalleben von 10 bis 14 Tagen anführt. Man kann es nur so auffassen, daß SCHEDL glaubte, daß *Anastatus disparis* 10 Monate und mehr im Wirtsei als Larve verbringt. ESCHERICH hat schon 1913 (S. 116—117) berichtet, daß die Larve der Wespe in 3 Wochen erwachsen ist, bleibt dann aber 10 Monate als solche ruhend im Wirtsei, worauf ein kurzes, 2—3wöchentliches Ruhestadium folgt.

Dauer des Imaginallebens der Wespe

Um die Dauer des Imaginallebens bzw. die Flugzeit der *Anastatus disparis* Ruschka festzustellen, sind einige Versuche über die Ernährung der Wespen, und zwar mit verschiedener Fütterung gemacht worden. Das Futter bestand aus:

1. reinem Wasser,
2. Wasser mit Saccharin gesüßt,
3. Wasser mit gewöhnlichem Zucker gesüßt.

Zur Kontrolle dienten die Tiere, welche überhaupt kein flüssiges Futter bekommen hatten.

Die Versuche haben gezeigt, daß die Dauer des Imaginallebens gleich lang war, entweder haben die Tiere überhaupt keine Nahrung bekommen, oder Wasser, oder auch versüßtes Wasser mit Saccharin. In allen drei Fällen lebten die Tiere nicht länger als 4 Tage, sowohl die ♀♀ als auch ♂♂.

Das Graphikon 12 (Abb. 12) zeigt die Sterblichkeit der Wespe im Imaginalstadium, und zwar für Tiere, die als Nahrung a) Wasser (mit der Bezeichnung H_2O), b) versüßtes Wasser mit Saccharin (mit dem Zeichen H_2O + Saccharin) und c) kein Futter (mit dem Merkmal o. N. = ohne Nahrung) bekommen haben.

Die Fütterung der Imagines mit dem versüßten Wasser mit gewöhnlichem Zucker hat ein ganz anderes Bild der Lebensdauer ergeben. Die Dauer des Imaginallebens hat sich hier von 3—19 bzw. bis 29 Tage ausgedehnt. Mit dieser Fütterung wurden zwei Versuche gemacht. Im ersten Versuch waren die männlichen von den weiblichen Tieren getrennt und die Tiere haben überhaupt nicht kopuliert.

Im zweiten Versuch wurden männliche und weibliche Tiere zusammen gehalten und die Copula ermöglicht. In beiden Fällen hatten die Männchen ein kürzeres Imaginalleben als die Weibchen. In beiden Fällen haben die Männchen nicht mehr als 16 Tage gelebt. Im ersten Fall, wo keine Copula der Tiere möglich war, lebten die Männchen 3—16 Tage, die Weibchen 4—19 Tage. Das Graphikon 13 (Abb. 13) zeigt die Sterblichkeitskurve für Tiere, wo die Männchen von den Weibchen getrennt waren. Im zweiten Fall, wo die ♀♀ und ♂♂ zusammen waren und sie freiwillig kopulierten, betrug die Dauer des Imaginal-

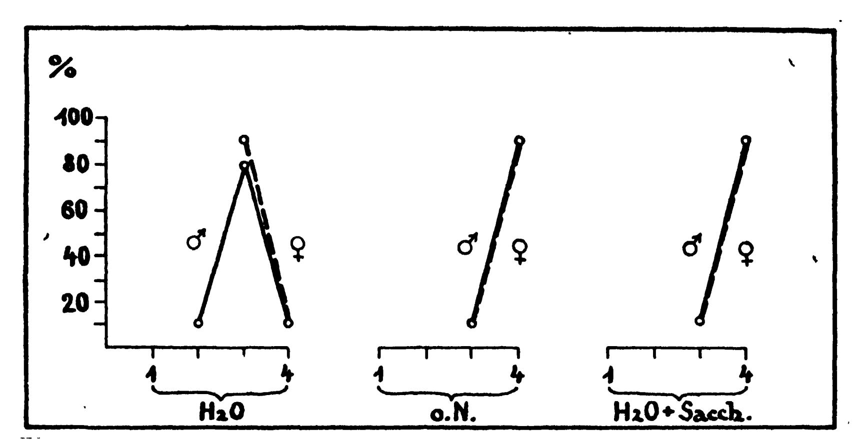


Abb. 12. Die Sterblichkeit der *Anastatus disparis* Ruschka mit der Nahrung: Wasser, Wasser mit Saccharin, und ohne Nahrung

lebens der Männchen 8—16 Tage, während die Weibchen etwas länger lebten, und zwar 12—29 Tage. Das Graphikon 14 (Abb. 14) zeigt die Sterblichkeitskurve der Wespe für den zweiten Fall.

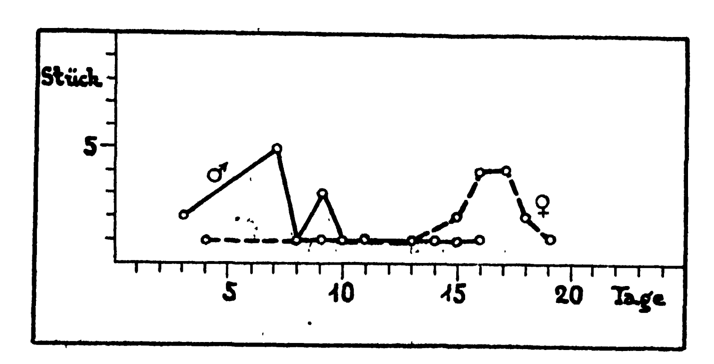


Abb. 13. Sterblichkeit der *Anastatus disparis* Ruschka. Nahrung: Zuckerwasser. Die Tiere waren getrennt (keine Copula)

Das längste Imaginalleben eines Männchens war 16 Tage, während das eines Weibchens 29 Tage betrug. Wir nehmen den Durchschnitt für die Dauer des Imaginallebens eines Individuums der *Anastatus disparis* Ruschka zu 15 Tagen.

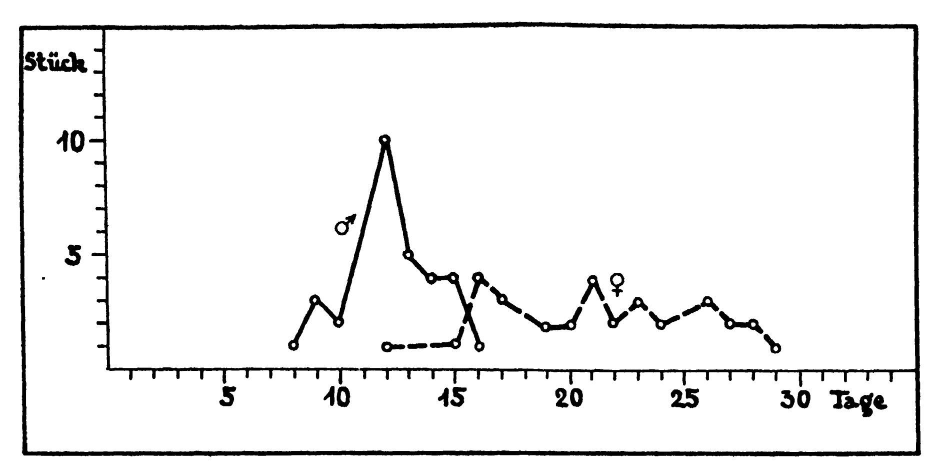


Abb. 14. Die Sterblichkeit der *Anastatus disparis* Ruschka. Nahrung: Zuckerwasser. Die Tiere waren zusammen, sie kopulierten

Zu Fütterungszwecken wurden breite und hohe Petrischalen verwendet, auf deren Boden sich Embryoschalen mit einem Schwamm in flüssigem Futter getränkt, befanden.

Györfi (1941) führt an, daß die Imagines der Wespe 8—10 Tage leben. Crossman (1925) dagegen führt 10—14 Tage (wie auch Schedl 1936) und gelegentlich 21 Tage an, was mit unseren Untersuchungen übereinstimmt.

Schon früher war bekannt (Escherich 1913, Schedl 1936, Györfi 1941), daß die Flugzeit der Wespe mit der Eiablagezeit des Schwammspinners zusammenfällt oder korrespondiert, was unsere Untersuchungen bestätigt haben.

Copula

Sobald die Wespen *Anastatus disparis* Ruschka die Schwammspinnereier verlassen haben, sind sie schon nach einigen Minuten bereit, die Copula auszuführen. Das Männchen sucht sofort die Weibchen und sobald es sie entdeckt hat, nach ein paar Zwischenschlägen der Fühler — welche sich besonders beim Männchen lebhaft bewegen — nach temperamentvoller und aufgeregter Drehung des Männchens um das Weibchen, tritt es zum Weibchen und kurz danach erfolgt die Copula. Dem Männchen gelingt es leicht und rasch, die Weibchen zu entdecken, weil die Männchen fliegen, während die Weibchen nicht fliegen können, sondern sich durch Klettern und Absprung von der Unterlage fortbewegen. Dieser Absprung erfolgt durch Biegen des Körpers, welcher aus der horizontalen Lage in eine stumpfwinkelige übergeht. Der Winkel bildet sich an jener Stelle, wo der Thorax in das Abdomen übergeht. Der Sprung ist von einem Laut begleitet, der an den gedämpften Ton des Absprunges der Imagines der Elateriden erinnert.

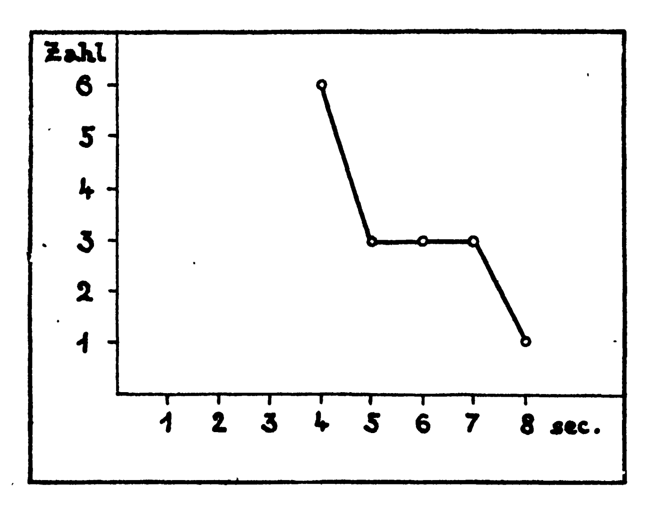


Abb. 15. Die Copuladauer der *Anastatus disparis* Ruschka

Die Copula ist von sehr kurzer Dauer, und zwar von nur einigen Sekunden. Wir haben sehr genau mit der Stoppuhr die Copuladauer erfolgreicher Begattungen gemessen. Zur genauen Beobachtung wurden 16 Paare zu Versuchen genommen, die die Eichorione des Schwammspinners eben verlassen hatten. Die Copulae erfolgten — sobald die Männchen mit den Weibchen in geschlossenen Glasrohren waren — gleich und dauerten 4—8 Sekunden. Zwischen diesen Grenzwerten waren die Copulae von 5,6 und 7 Sekunden. Die größte Zahl der Copulae dauerte 4 und die kleinste 8 Sekunden. Aus der Tabelle 4 ersieht man das Verhältnis der Copulazahlen zur Copuladauer in Sekunden. Von dieser Tabelle ist das Graphikon 15 (Abb. 15) zusammengestellt, welches bildhaft Copulazahl und Copuladauer darstellt.

Tabelle 4

Die Copuladauer der Wespe

Copuladauer in Sekunden	4	5	6	7	8
Copulazahl	6	3	3	3	1

Nach erfolgter Copula waren die Weibchen zur Eiablage bereit.

Auf Grund unserer Untersuchungen haben wir festgestellt, daß bei der Wespe *Anastatus disparis* Ruschka bei der Copula vorkommt:

1. Monogamie, d. h. 1 ♂ kopuliert mit 1 ♀,
2. Polygamie, d. h. 1 ♂ kopuliert mit mehreren ♀♀ und
3. Polyandrie, d. h. 1 ♀ kopuliert mit mehreren ♂♂.

Nachkommen eines befruchteten Weibchens der Wespe

Die Eizahl, welche ein befruchtetes Weibchen der *Anastatus disparis* Ruschka ablegt, ist sehr klein und bewegt sich zwischen 2—13 Eiern. Auf je ein Schwammspinnereigelege kommt im Hundertsatz eine kleine Zahl der parasitierten Eier von nur einem einzigen Weibchen dieser Wespe. Daraus ist die Ursache der langsamen Verbreitung dieser Wespe in künstlich mit ihr kolonisierten Gebieten Amerikas, die vom Schwammspinner befallen waren, erklärlich. Unsere Meinung ist,

daß für die langsame Verbreitung der Wespe zwei Faktoren maßgebend sind: Flugunfähigkeit des Weibchens und geringe Nachkommenzahl.

In der Natur befanden sich, wie oben schon erwähnt, Schwammspinnereigelege mit sehr hohem Hundertsatz der parasitierten Eier, woraus man den Schluß ziehen kann, daß in einem Eigelege mehrere Weibchen der Wespe ihre Eier ablegen. Bei der Eiablage kann das Weibchen der Wespe keine Kontrolle darüber üben, in welchen Schwammspinnereiern schon Parasiteneier abgelegt worden sind und so können in ein Ei des Schwammspinners mehrere Wespenweibchen ihre Eier ablegen. In der Regel aber kann sich in einem parasitierten Ei nur eine einzige Wespe entwickeln (was wir schon früher im Abschnitt „Art des Verlassens der Wespe des Schwammspinnereichorions" festgestellt haben).

Zu Versuchen wurden 18 normal befruchtete Weibchen der Wespe genommen, die nur einmal mit Männchen kopuliert hatten. Von diesen 18 Weibchen haben nur 7 ihre Eier abgelegt, während die übrigen überhaupt kein einziges Ei abgelegt haben.

Dem Angriff der Wespe waren Schwammspinnereier verschiedenen Alters, ferner befruchtete und unbefruchtete ausgesetzt. In der Regel legt die Wespe ihre Eier nicht in die unbefruchteten Schwammspinnereier, sondern nur in befruchtete, und zwar in frisch abgelegte Eier des Schwammspinners. Folgender Versuch wurde durchgeführt: Die unbefruchteten Schwammspinnerweibchen wurden seziert und die in den Ovarien gefundenen Eier dem Befall der Wespe ausgesetzt. Trotzdem die Schwammspinnereier ein relativ weiches Chorion hatten, wurden sie nicht von der Wespe parasitiert, ebensowenig wie die Schwammspinnereier, welche unbefruchtet, aber normal und frisch abgelegt worden waren. Dies macht wahrscheinlich, daß sich eine Wespe nur in einem befruchteten Schwammspinnerei entwickeln kann.

Nach fast einem Jahr innerhalb der Eichorionen des Schwammspinners haben die Nachkommen dieser zu Versuchen verwendeten

Tabelle 5

Die Nachkommen der *Anastatus disparis* Ruschka

Ordnungsnummer der befruchteten Weibchen	Die Nachkommen		
	insgesamt	♂	♀
1	3	1	2
2	2	2	—
3	9	2	7
4	6	3	3
5	4	1	3
6	5	—	5
7	13	13	—
Insgesamt	42	22	20

Wespen die Eier verlassen. Diese Nachkommen waren männliche und weibliche Tiere. Tabelle 5 zeigt die erhaltenen Nachkommen. Einmal waren die Nachkommen 100 % Männchen (Nr. 2 und 7), ein anderes Mal 100 % Weibchen (Nr. 6), einmal aber waren 50 % Weibchen und 50 % Männchen (Nr. 4). Es war auch der Fall, daß die Weibchen in der Nachkommenschaft überwogen (Nr. 1, 3 und 5).

Eiablage der Wespe in den Schwammspinnereiern

Nach der Befruchtung beginnen die Wespen gleich mit der Eiablage. Es ist schon bekannt (ESCHERICH 1913, S. 116 und 1941, Bd. 5, S. 307, SCHEDL 1936, S. 116, GYÖRFI 1941), daß die Weibchen von *A. disparis* Ruschka zur Eiablage nur frisch abgelegte Schwammspinnereier suchen. Unsere Untersuchungen haben gezeigt, daß diese Wespe nur 1—3 Tage alte Wirtseier befällt. ESCHERICH (1913) führt höchstens 10 Tage alte an, während GYÖRFI (1941) 2—12 Tage alte Schwammspinnereier anführt. Bei unseren Versuchen wurden schon 4 Tage alte Schwammspinnereier nicht befallen.

Am liebsten legen die Weibchen der Wespe ihre Eier in Schwammspinnereier, wenn sich die Weibchen des Schwammspinners noch bei der Eiablage befinden, und zwar folgend den Weibchen des Schwammspinners hinter der abdominalen Seite. Es ist interessant, daß die Weibchen der Wespe in der Absicht zu jenen frisch abgelegten Schwammspinnereiern zu kommen, welche noch durch die langen Flügel des Schwammspinnerweibchens geschützt sind, das Schwammspinnerweibchen in der Eiablage beunruhigen und über Flügel und Hinterleib des Schwammspinnerweibchens hin und her gehen, so daß es die Stelle der Ablage verläßt und ihre frisch abgelegten Eier dem Befall der Wespe zur Verfügung stellt.

Um ein Bild zu bekommen, in welcher Tiefe der Schwammspinnereigelege die Eier mit der Wespe parasitiert worden waren, wurden die parasitierten Eigelege des Schwammpsinners in 5 verschiedenen Wäldern gesammelt, in zwei Teile geteilt, wodurch wir eine obere und eine untere Hälfte bekommen haben. Das Material war heterogen, aber es wurde jedes Eigelege individuell beobachtet. Die Resultate der Untersuchungen haben gezeigt, daß die Weibchen der Wespe meistens ihre Eier in den oberen Teil der Schwammspinnereigelege ablegen (76,9—89,1 %).

Wirkung abiotischer Umweltsfaktoren auf die Wespe im Larvenstadium innerhalb des Eichorions des Schwammspinners während der Winterdiapause

Wir haben schon in einer unserer Arbeiten (KURIR 1943) gezeigt, daß der Eiparasit *Anastatus disparis* Ruschka ebenso wie die Eiräupchen des Wirtes *Lymantria dispar* L. sehr niedrige Temperaturen aushalten können, ungefähr bis — 26,0 ° C.

Die Versuche des Aussetzens der parasitierten Schwammspinnereier „im Eis“ und „auf dem Eis“ wurden während zweier Winter

1938/39 und 1940 durchgeführt in der Absicht, die Wirkung des Eies auf die Larven der Wespe innerhalb des Eichorions des Schwammspinners zu untersuchen, und zwar während der Winterdiapause.

Zu den Versuchen war besonders gut der Winter 1940 geeignet, welcher seit 50 Jahren außer dem scharfen Winter 1929 einer der kältesten Winter war, welche in Mitteleuropa herrschten.

Die Versuche bewiesen, daß die Wespen im Larvenstadium innerhalb des Schwammspinnereichorions gleich gut überwintern, wenn die parasitierten Schwammspinnereier mit Wolle bedeckt oder von Wolle entblößt waren. Wir können daher der Meinung, daß die Wolle, von der die Schwammspinnereier bedeckt sind, als Schutzmittel dem Schwammspinner gegen schädliche äußere Einflüsse dient, nicht zustimmen und glauben eher, daß die Wolle neben dem Sekret nur dem Zusammenhalten der Eier dient.

Die Resultate der durchgeführten Versuche des Aussetzens der parasitierten Schwammspinnereier „auf dem Eis" und „in dem Eis" haben gezeigt, daß überhaupt keine Rede von der schädlichen Wirkung tiefer Temperaturen (Eis, Schnee, Kälte), die gemeinsam auf die Wespe im Larvenstadium innerhalb des Schwammspinnereichorions während der Winterdiapause einwirken, sein kann.

Graphikon 16 (Abb. 16) zeigt die mittleren Temperaturen während des Freilandversuches des Aussetzens der parasitierten Schwammspinnereier, und zwar während zweier Jahre.

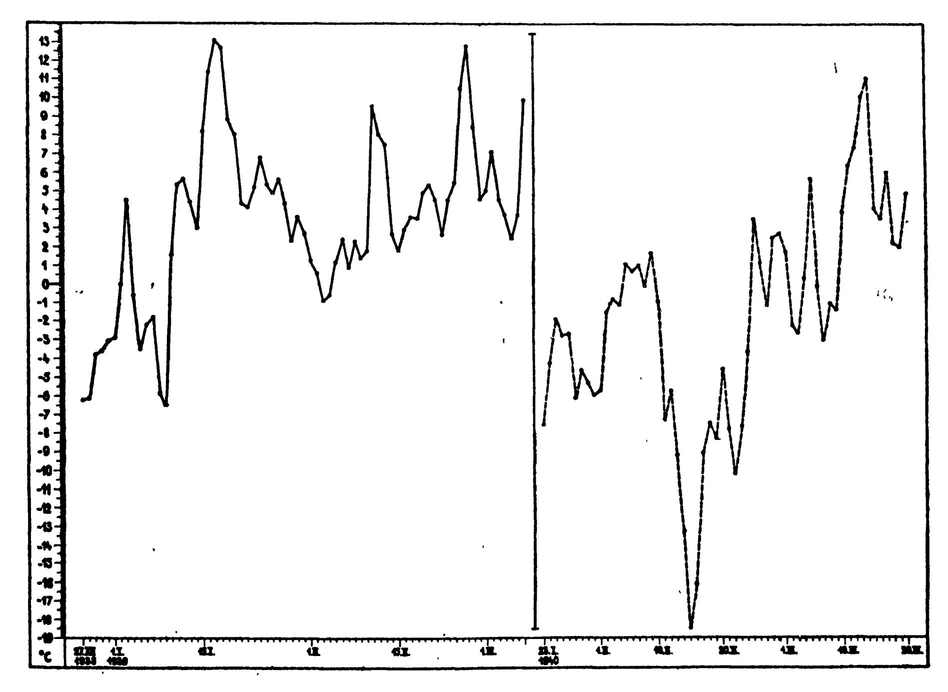


Abb. 16. Mittlere Tagestemperaturen während des Aussetzens der mit der *Anastatus disparis* Ruschka parasitierten Schwammspinnereier

Die Wirte der Wespe

Der bekannteste und ausgesprochene Wirt des Eiparasiten *Anastatus disparis* Ruschka (Fam.: *Chalcididae*, Unterfam.: *Eupelmidae*) ist der Schwammspinner, *Lymantria dispar* L. Außerdem befällt diese Wespe auch einige andere Insekteneier. Auf Grund der Literatur, die mir zur Verfügung stand, wurde folgendes Wirtsverzeichnis zusammengestellt:

a) Lepidoptera

Fam. Lymantriidae: 1. *Lymantria dispar* L. (Wachtl 1882; Howard 1909, 1910, 1914a, 1914b, 1916, 1918u. 1919; Howard u. Fiske 1911; Grandi 1911; Escherich 1913; Soule 1913; Burgess 1914, 1915 und 1916; O'Kane 1915; Summers 1916 und 1922; Cadey 1916 und 1917; Crossman 1917 und 1925; Britton und Davis 1918; Mercet 1918 a und 1918 b; Masi 1919; Britton, Davis und Ashworth 1921; Picard 1921; Smith 1921; Stellwaag 1921, Ruschka 1921; Mc Intire 1922; Aulló 1922, 1923 und 1926; Britton und Ashworth 1923, 1925 und 1929; Bolívar y Pieltain 1923 und 1935; Blair 1926; Ashworth und Britton 1926, 1927 und 1928; Langhoffer 1927; Čorbadžiev 1928; Kuwayama 1929; Burgess und Crossman 1929; Malenotti 1931; Marlatt 1931; Parker 1933; Britton 1933 und 1935; Kolubajiv 1934; Schedl 1936; Burgess und Baker 1938; Györfi 1941; Kurir 1943).

2. *Hemerocampa leucostigma* Sm. et Abb. (Crossman 1925, Burgess und Crossman 1929).

Fam. Lasiocampidae: 3. *Dendrolimus pini* L. (Bolívar y Pieltain 1923).

Fam. Notodontidae: 4. *Dicranura vinula* L. (Bolívar y Pieltain 1923; Györfi 1941).

Fam. Thaumetopoeidae: 5. *Thaumetopoea wilkinsoni* Tams. (Morris 1927).

Fam. Saturnidae: 6. *Hemileuca oliviae* Ckll. (Crossman 1925; Burgess und Crossman 1929).

b) Rhynchota-Hemiptera

Fam. Coreidae: 7. *Gonocerus acuteangulatus* Goeze (Boselli 1932).

c) Hymenoptera (als Hyperparasit)

Fam. Chalcididae: 8. *Ooencyrtus pityocampae* Merc. Wilkinson 1926).

Fam. Braconidae: 9. *Apanteles melanoscelus* Ratz. (Rogers und Burgess 1910; Crossman 1925; Burgess und Crossman 1929).

Morphologische Unterschiede des Geschlechtes der Wespe

Die ersten Angaben über diese Wespe finden wir bei Fonscolombe (1832), der sie als *Cynips bifasciata* Fonsc. (wie schon Ruschka [1920]

und später von BOLIVAR Y PIELTAIN [1935] festgestellte von *Anastatus disparis* Ruschka artlich verschieden) beschrieben hat, und zwar nur das Weibchen. Weitere Beschreibungen des Weibchens findet man bei NEES (1834) unter dem Namen *Pteromalus bifasciatus* Nees, bei FOERSTER (1860) als *Eupelmus bifasciatus* Foerster, bei GIRAUD (1871) ebenfalls als *Eupelmus bifasciatus* Giraud. Der erste, der das Männchen beschrieben hat, war WACHTL (1882), und zwar unter dem Namen *Eupelmus bifasciatus* Wachtl. Seit dieser Zeit bis 1919—1920 wurden wieder nur Beschreibungen des Weibchens verfaßt. So haben DE STEFANI (1898) das Weibchen unter dem Namen *Eupelmus subaeneus* De Stefani, HOWARD (1910) und ESCHERICH (1913) unter *Anastatus bifasciatus* Howard beschrieben. Bei MASI (1919) finden wir nur die Schilderung des Männchens unter dem Namen *Anastatus dispar* Masi. RUSCHKA (1920) hat die erste vergleichende Beschreibung zwischen ♂ und ♀ geliefert und die wichtigen morphologischen Unterschiede aufgezeigt unter dem Namen *Anastatus disparis* Ruschka.

Bis 1929 wurde die Wespe in der amerikanischen Literatur, wie auch bei einigen europäischen Autoren, die unter dem Einfluß amerikanischer Literatur standen, als *Anastatus bifasciatus* Howard geführt. Seit dieser Zeit haben die amerikanischen Autoren den Namen *Anastatus disparis* Ruschka angenommen.

Auf Grund des Studiums komme ich zu der Feststellung, daß es sich immer um ein und dieselbe Art gehandelt hat, und zwar um *Anastatus disparis* Ruschka, nur daß die verschiedene Größe der Wespe eine Rolle gespielt hat und die Autoren sie deshalb als verschiedene Arten angesehen haben. Es ist die große Breite der Variation in der Körpergröße der *Chalcididae* bekannt, und so darf die Größe allein keinen Grund zur Aufstellung verschiedener Arten bieten. Meine Meinung teilt auch FAHRINGER.

Außerdem sind die Beschreibungen amerikanischer Autoren nicht für eine amerikanische Art, weil diese Wespe von Europa, aus verschiedenen Verbreitungsgebieten der *Anastatus disparis* Ruschka, nach Amerika eingeschleppt wurde.

In der Literatur befindet sich nur e i n e Abbildung des Weibchens, welche erstmalig bei HOWARD und FISKE (1911) veröffentlicht wurde. Zahlreichen Reproduktionen dieser Abbildung begegnen wir bei amerikanischen und europäischen Autoren; auf ihr sind aber die charakteristischen Merkmale nicht besonders gut dargestellt, z. B. der Thorax. Eine Zeichnung des Männchens gibt es heute in der Literatur überhaupt nicht. Deswegen legen wir die Zeichnungen beider Geschlechter zur deutlichen Unterscheidung bei. Wir betonen, daß die Zeichnung HOWARDS auf Grund getrockneter Präparate des Weibchens ausgeführt wurde und deswegen haben wir auch hier eine Zeichnung des Weibchens vom getrockneten Präparat wiedergegeben, um bei weniger informierten Lesern nicht die Meinung hervorzurufen, daß es sich um verschiedene Arten handle. Unsere Zeichnungen des

Männchens wie auch die Zeichnungen einzelner Körperteile des Männchens und Weibchens zum Vergleich der Unterschiede sind von frischen Präparaten dargestellt (von der Demonstratorin des Institutes Frl. L. SCHMIDT).

Die ausführliche Beschreibung der morphologischen Unterschiede zwischen Männchen und Weibchen, wie bereits erwähnt, wurde von Herrn FAHRINGER verfaßt. Seine Beschreibung lautet:

Weibchen (Abb. 17). — Länge 1,5—3 mm. Kopf, von oben gesehen quer etwas mehr als zweimal so breit wie dick (lang) hinter den Augen abgerundet und verschmälert. Augenränder gegen den unteren Rand zu divergierend. Scheitel

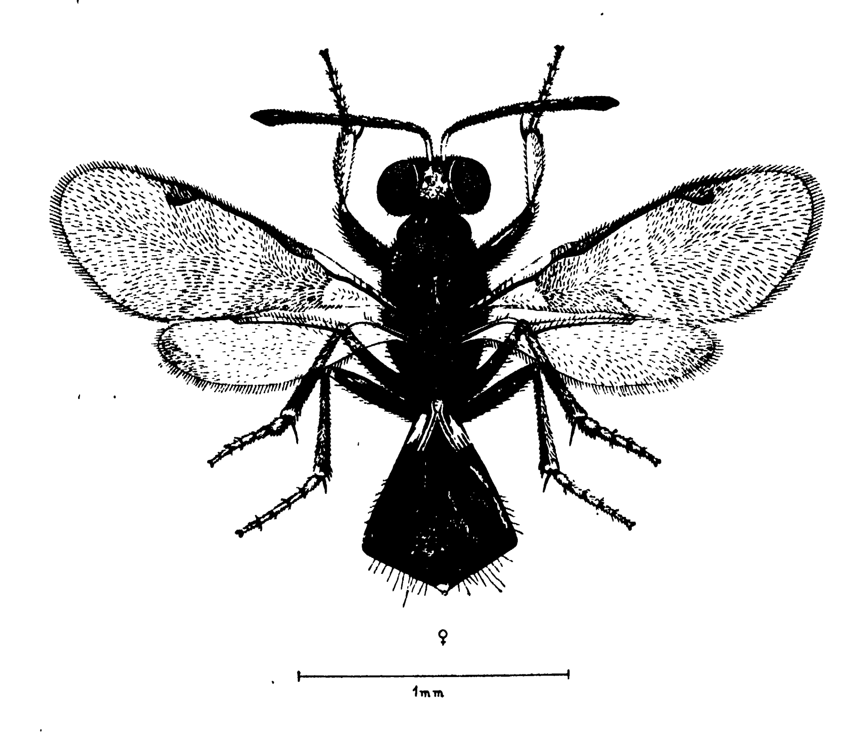


Abb. 17. Das Weibchen *Anastatus disparis* Ruschka

namentlich hinten fein lederartig punktiert, wenig glänzend. Stirne mehr oder weniger breit ausgedehnt, glatt, glänzend, die Fühlergruben etwas kräftiger netzartig punktiert, das Gesicht runzelig punktiert. Schläfen von rund $^1/_4$ Augenbreite. Wangen von rund $^1/_4$ Augenbreite. Clipeus vom Gesichte kaum getrennt. Augen groß, oval, fein und zerstreut, behaart, doch ist diese Behaarung nur an den Rändern deutlicher zu sehen. Ocellen in einem nahezu gleichseitigen Dreieck liegend; Entfernung eines hinteren Ocellus vom inneren Augenrande etwas größer als ein Ocellendurchmesser lang ist. Hinterhaupt nicht gerandet (Abb. 18).

Fühler in der Höhe des unteren Augenrandes oder etwas tiefer eingelenkt. Einlenkungsstellen der Fühler voneinander etwas weiter entfernt als von den inneren Augenrändern, 13gliedrig, gegen das Ende zu keulenförmig verdickt; Schaft lang dünnwalzlich, die Höhe des Scheitels erreichend oder nur wenig überragend, kurz behaart und an der Basis leicht verengt. Pedicellus etwa zweimal so

lang wie dick, eilänglich, oben abgestutzt, kurz behaart. Das Ringglied ist sehr klein, viel schmäler als das 1. Fadenglied. Fadenglieder 1, 2, 3 länger als dick, das 2. kürzer als das 1., das 3. etwas länger als dick, dicker als das 2., die 4 folgenden Glieder quer, immer eines etwas dicker als das vorhergehende, das 7. Glied etwa dreimal so breit (dick) wie lang, die Keule 3gliedrig, die Glieder wenig deutlich voneinander abgesetzt, die ganze Keule so lang wie die letzten Glieder zusammen. Alle Fadenglieder kurz behaart (Abb. 19).

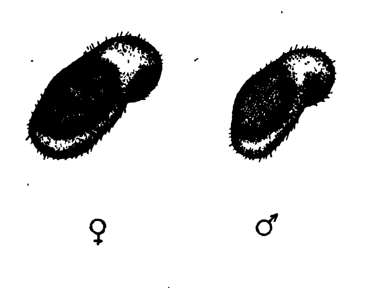


Abb. 18. Kopf der *Anastatus disparis* Ruschka. (Lateralansicht)

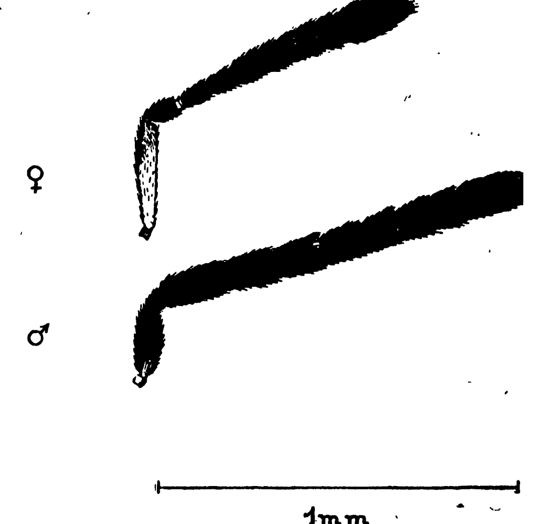


Abb. 19. Antennae der *Anastatus disparis* Ruschka

Thorax ziemlich gedrungen, länger als breit und hoch. Pronotum sehr kurz, von oben kaum sichtbar. Mesonotum dreilappig gewölbt; der Mittellappen ist scharf und tief netzartig gerunzelt, wenig glänzend; Notauli tief und deutlich nach hinten zu einem hufeisenförmigen eingedrückten Raum erweitert, dieser fast glatt und scharf abgesetzt. Dementsprechend sind die Seitenlappen lang und schmal fast mondsichelförmig, vorne etwas stärker glänzend als der übrige Teil des Menosotum. Schildchen und Axillae ziemlich stark gewölbt, ersteres im Umriß rundlich, letztere dreieckig, fingerhutartig runzelig-punktiert, etwas glänzend. Schildchen hinten abgerundet, nicht gerandet. Mesopleuren fein längsgenetzt, leicht gewölbt. Metanotum sehr kurz und quer. Mediansegment fast glatt mit sehr feinem mehr oder minder deutlichem Längskiel, hinten gerandet und rundlich ausgeschnitten (Abb. 20).

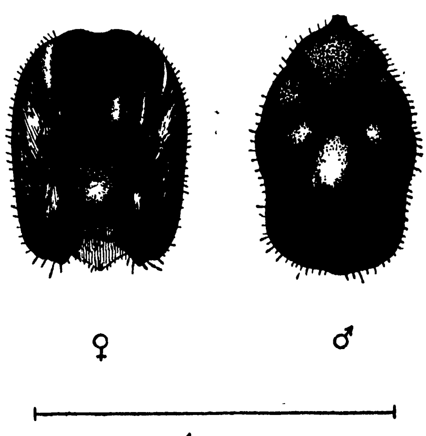


Abb. 20. Thorax der *Anastatus disparis* Ruschka

Hinterleib eiförmig, vorne verschmälert, hinter der Mitte stark erweitert, dann gegen das Ende zu jäh verengt, fast sitzend, etwas kürzer als der Thorax, an der Basis glatt, anliegend und ziemlich dicht behaart. 1. Tergit kurz und in der Mitte ziemlich rundlich erhöht. Das 2. Tergit ist das größte und so lang wie die folgenden 3 Tergite zusammen, alle Tergite hinten fein gerandet, das 1. bogen-

förmig ausgerandet. Die Endtergite überdies fein quergestreift. Bohrer etwas über die Hinterleibsspitze hinausragend, die Klappen kurz und dick (Abb. 21 u. 22).

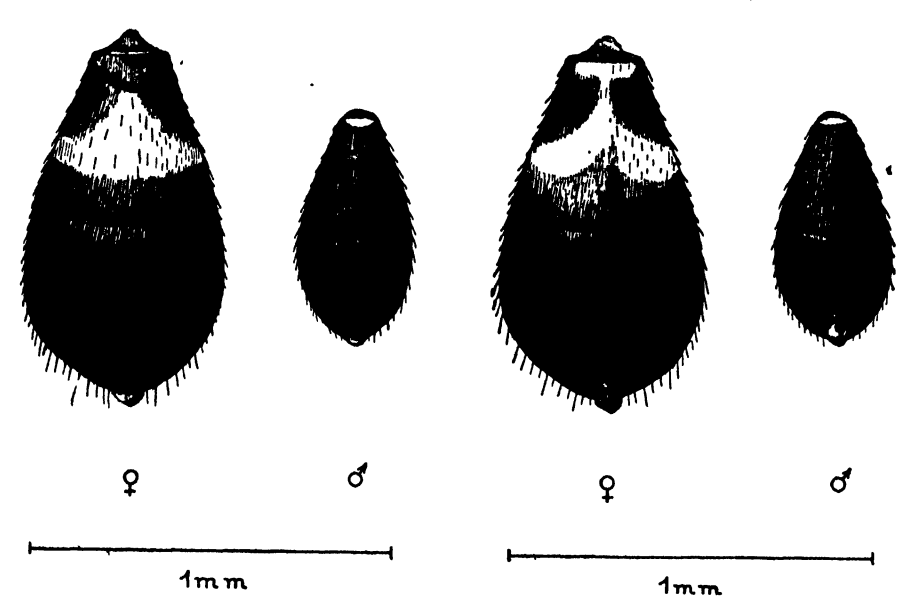


Abb. 21. Abdomen der *Anastatus disparis* Ruschka (Dorsalansicht)

Abb. 22. Abdomen der *Anastatus disparis* Ruschka. (Ventralansicht)

Beine ziemlich lang und schlank. Vorderhüften eirundlich glatt. Schenkel hinter der Mitte etwas erweitert und schwach kompreß. Schienen halb so lang wie die Tarsen und gekrümmt. Metatarsus nur wenig länger als das folgende Glied und wie dieses walzlich. Klauen einfach leicht gekrümmt. Mittelbeine etwas länger und schlanker als die vorderen, die Schienen länger als die Tarsen, der Metatarsus stark verdickt fast lang-eiförmig und so lang wie die 2 folgenden Glieder zusammen. Sporn gerade von Metatarsuslänge. Hinterbeine länger und gestreckter als die vorderen und mittleren, die Schenkel stärker verdickt, die Schienen am Ende etwas erweitert, länger als die Tarsen. Metatarsus dünn walzlich, etwas länger als die 2 folgenden Glieder zusammen. Sporn länger als der $^1/_2$ Metatarsus (Abb. 23, 24 u. 25).

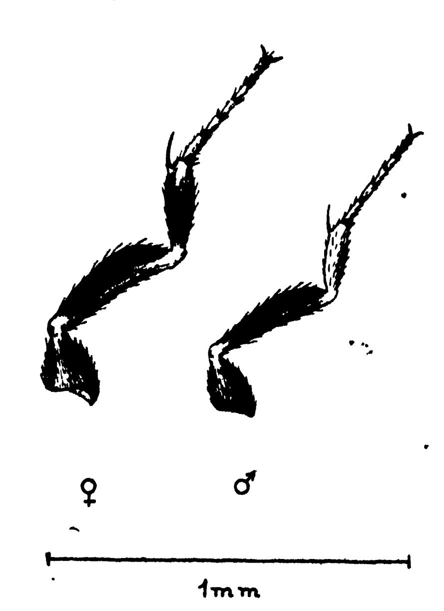


Abb. 23. Vordere Beine der *Anastatus disparis* Ruschka

Flügel groß, ziemlich breit, Verhältnis der Länge zur großen Breite 100 : 39. Submarginalnerv so lang oder länger als der ziemlich kräftige Marginalnerv, dieser etwa dreimal so lang wie der Radius und $1^1/_2$mal so lang wie der Postmarginalnerv. Die Länge des Marginalnerven variiert im Verhältnis zur Länge des Radius und des Submarginal-

nerven, dagegen ist die Länge des Postmarginalnerven ziemlich konstant. Das Durchschnittsverhältnis von den Längenverhältnissen ist etwa 13 : 3 : 6 (M : R : P).

Hinterflügel lang und schmal, das Verhältnis von Länge zur größten Breite ist 71 : 18, nur ein Submarginalnerv vorhanden. Beide Flügel sind auf der Fläche kurz und ziemlich dicht behaart, namentlich gegen das Außenende zu. Der Rand ist kurz bewimpert, diese Bewimperung ist an der Unterseite etwas länger als oben. Basisviertel haarlos.

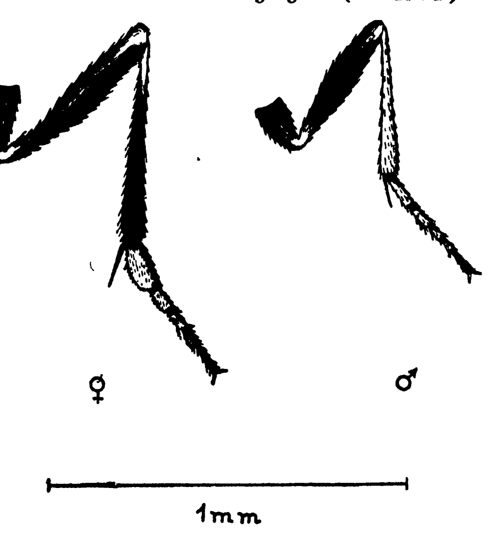


Abb. 24. Mittlere Beine der *Anastatus disparis* Ruschka

Färbung: hellbraun, goldgrün, stellenweise blauviolett metallisch schimmernd. Kopf grün bis erzfarben bräunlich, purpurn oder metallisch-blauviolett schimmernd, Fühlerschaft rotgelb, die Geißel pechbraun, die Keule fast schwarz, schwach bronzefarben schimmernd. Thorax schwarzviolett schimmernd, der Mittellappen des Mesonotum goldig erzglänzend, die Seitenlappen mehr dunkel erzgrün. Schildchen grünlich erzfarben, in der Mitte schwach kupfrig überflogen. Hinterleib schwarzviolett, an der Basis durchscheinend mit einem breiten gelben Bandfleck, der gegen die Basis zu stark erweitert ist. Bohrerklappen braun-schwarz. Bauchseite bräunlich, schwach metallisch, an der Basis gelblich durchscheinend. Beine hellbraun, Schenkel und Schienen der Vorder- und Mittelbeine mehr oder weniger ausgedehnt verdunkelt. Hinterbeine ganz dunkelbraun, nur die Gelenke heller. Vorderflügel stark getrübt, der Außenraum etwas heller. Vor der Basis des Radius ein breites etwas winkelig ausgebuchtetes hyalines Querband vorhanden. Hinterflügel hyalin, gegen das Ende zu leicht getrübt (Abb. 26 u. 27).



Abb. 25. Hintere Beine der *Anastatus disparis* Ruschka

M ä n n c h e n (Abb. 28). — Länge 1,5—2 mm. Dieses ist in mancher Hinsicht vom ♀ verschieden. K o p f stark quer zweimal so breit wie lang, hinter den Augen ziemlich stark verengt. Augen fast kahl, oval. Entfernung eines seitlichen Ocellus vom Augenrande kaum so lang wie ein Ocellendurchmesser. Scheitel und Stirne dicht und fein punktiert, die Punkte vielach zu Runzelchen zusammenfließend (Abb. 18).

F ü h l e r 13gliedrig, gegen das Ende allmählich, aber nicht besonders stark verdickt, im Gegensatz zum ♀ keine deutliche Keule bildend. Schaft eiförmig, kürzer und dicker wie beim ♀, 1½—2mal so lang wie in der Mitte dick, die Höhe

des Scheitels erreichend. Pedicellus ganz kurz, fast quer und schmäler wie das folgende Fadenglied. Ringglied äußerst klein, kaum sichtbar. 1. Fadenglied fast so lang wie der Schaft, länger als das folgende Glied, wie dieses walzlich, kurz behaart. Die folgenden Fadenglieder allmählich an Länge abnehmend, aber immer länger als breit, das 6. Glied im Umriß quadratisch, das 7. quer, das Endglied so lang wie die 3 vorhergehenden Fadenglieder zusammen, kaum dicker wie diese, keine ausgesprochene Keule bildend (Abb. 19).

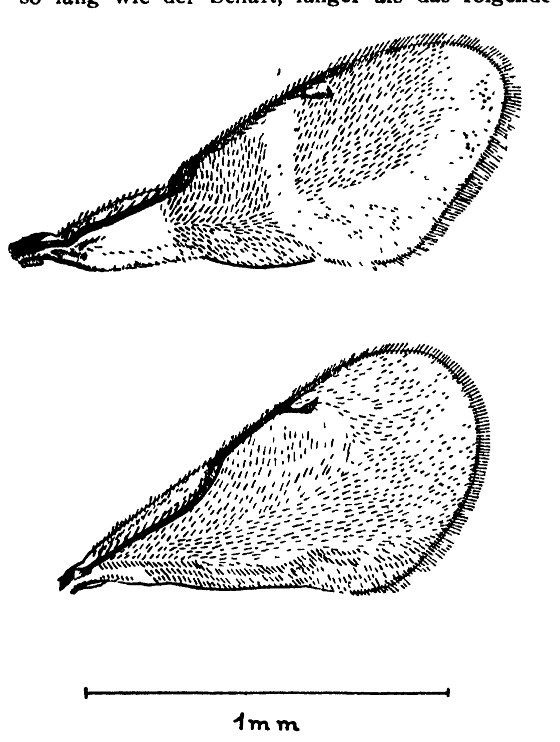


Abb. 26. Vorderflugel der *Anastatus disparis* Ruschka

Thorax. Pronotum kurz halsartig vorgezogen. Mesonotum 3lappig, die Notauli tief und durchaus fein, aber nach hinten nicht in einen eingedrückten Raum erweitert. Dieser fehlt ganz. Die Notauli treffen auf die Axillae auf, ohne sich zu vereinigen. Schildchen sehr groß, in der Mitte stark gewölbt, dicht und fein punktiert, an der Basis kaum abgestutzt, hinten abgerundet, lang oval. Axillae im Umriß dreieckig mit gerundeten Seiten, gewölbt, wie das Schildchen dicht und fein fingerhutartig punktiert, letzteres in der Mitte mehr glatt und stärker glänzend. Mediansegment glatt mit feinem Kiel. Pleuren glatt (Abb. 20).

Hinterleib gestreckter, schmäler, hinter der Mitte wenig erweitert, hinten abgerundet, kaum länger als der Thorax, viel schmäler als dieser, die Genitalklappen schwach vorstehend, sonst wie beim ♀ (Abb. 21 u. 22).

Beine. Vorderbeine ähnlich wie beim ♀, aber die Schenkel weniger stark verdickt, ebenso die Schienen weniger kräftig, so lang wie die 3 folgenden Tarsenglieder. Metatarsus dünn, kaum länger als das folgende Tarsenglied. An den Mittelbeinen ist der Metatarsus nicht verdickt dünn, dreimal so lang wie dick, etwas kürzer, nur wenig länger als das folgende Glied. Die Schienen sind nur wenig länger als die Tarsen (Abb. 23, 24 u. 25).

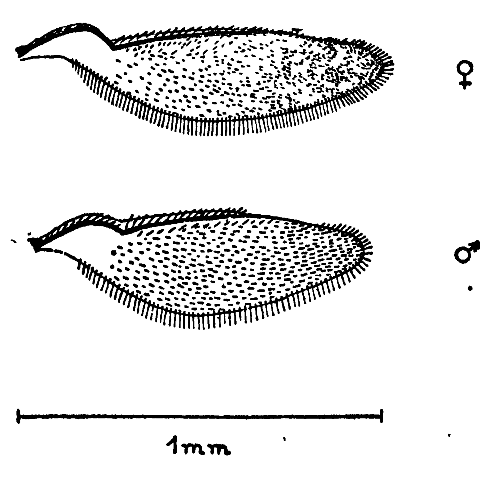


Abb. 27. Hinterflügel der *Anastatus disparis* Ruschka

Flügel. Kürzer und breiter als wie beim ♀; auch mehr rundlich. Das Verhältnis von Länge zur größten Breite ist 87 : 40. Auch die Hinterflügel sind kürzer und breiter, das Verhältnis von Länge zur Breite ist hier 65 : 20. Das Verhältnis von M : R : P ist etwas variabel, nach RUSCHKA 18 : 4 : 7, von mir nach einer großen Zahl von ♂ gemessen 15 : 5 : 9 (Abb. 26 u. 27).

Kopf grünlich, unten und seitlich mehr erzfarben, der Scheitel auch mehr dunkel erzfarben. Mundgegend braungelb. Schaft etwas grünlich, die Fühler sonst schwarzbraun. Thorax grün, das Schildchen erzfarben, Pleuren erzfarben oder purpurn schimmernd, Mediansegment dunkel grünlich-metallisch. Hinterleib blauschwarz, die helle Zeichnung an der Basis ist ganz reduziert, nur die Bauchseite ist etwas hell durchscheinend. Flügel fast hyalin, ohne Querbinde. Beine braun, die Schenkel mehr oder weniger deutlich grün metallisch, Hüftenbasis der

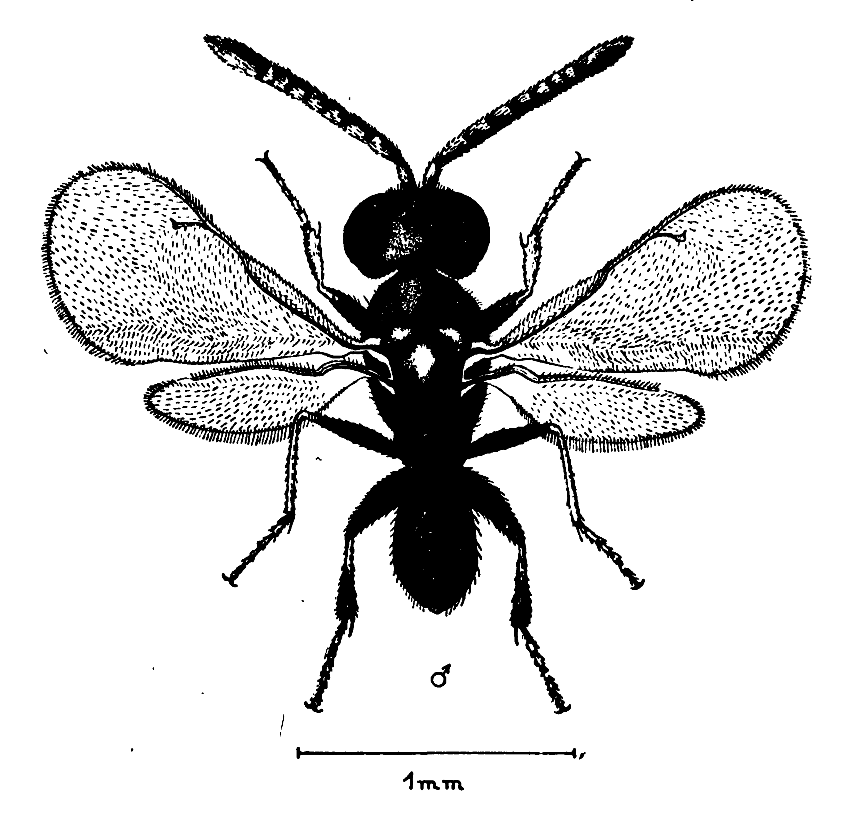


Abb. 28. Das Männchen *Anastatus disparis* Ruschka

Vorder- und Mitteltrochanteren und Hinterschenkel sonst schwarzbraun, Gelenke heller. Hintere Trochanteren, Schienen und Tarsen blaßgelblich. Klauenglieder schwarz."

Hyperparasiten von *Anastatus disparis* Ruschka

Bis heute ist, soweit mir bekannt, überhaupt noch nichts in der Literatur über irgendwelche Parasiten (zweiter Ordnung!) von *Anastatus disparis* Ruschka veröffentlicht worden. HOWARD (1910) und später NOWICKI (1928) haben für *Tyndarichus navae* How. die Vermutung geäußert, daß sie vielleicht auch bei *Anastatus* parasitiert, und

zwar deshalb, weil diese Art auf einem anderen Eiparasiten des Schwammspinners, *Schedius,* parasitiert. Von welcher *Anastatus* dort die Rede ist, weiß man nicht.

Ich habe während der letzten 4 Jahre folgende zwei sekundäre Parasiten aus *Anastatus disparis* Ruschka gezogen:

1. *Torymus anastativorus* **n. sp. Fahringer** (Fam. *Chalcididae;* Unterfam. *Toryminae);*
2. *Tyndarichus Kuriri* **n. sp. Fahringer** (Fam. *Chalcididae;* Unterfam. *Encyrtinae).*

Fundorte für beide Parasiten: Wald Rešetina bei Ort Belišće in Kroatien, 1941.

Die beiden Typen (♂♂ und ♀♀) befinden sich in der Sammlung des Instituts für Entomologie in Zagreb, Kroatien.

Ich bemerke, daß diese Hyperparasiten keine große Rolle spielen, weil sie zahlenmäßig in sehr schwachem Verhältnis vorkommen. Unsere Untersuchungen über den Hyperparasitismus bei dieser Wespe sind noch nicht ganz abgeschlossen, weil die 5jährigen Untersuchungen bis jetzt nicht genug quantitative Daten ergeben haben und außerdem das Material der Hyperparasiten eines ganzen Jahres verloren gegangen ist.

Die Parasiten zweiter Ordnung wurden von Hofrat Dr. J. FAHRINGER determiniert und beschrieben, wofür ich ihm meinen herzlichen Dank ausspreche.

Torymus anastativorus n. sp. Fahringer

„Kopf, von vorne gesehen, rundlich, von oben gesehen, quer, hinter den Augen stark verengt, ungemein fein lederartig punktiert. Schläfen oben sehr schmal, das Gesicht breit, kurz, unten fast glatt, bei getrockneten Stücken stark eingefallen. Mandiblen kurz und breit 3zähnig. Scheitel schmal. Ocellen in einem sehr flachen Dreieck liegend, klein. Fühler 13gliedrig, der Schaft ziemlich kurz, den vorderen Ocellus bei weitem nicht erreichend, dünn, walzlich, dreimal so lang wie dick, der Pedicellus zweimal so lang wie dick, etwas dicker als der Schaft. Ringglied sehr klein. Fadenglieder 3—8, ziemlich kurz, gegen das Ende zu allmählich dicker werdend, die zwei letzten Glieder bilden eine Art kegelförmig zugespitzter Keule.

Thorax ziemlich gestreckt, oben gewölbt, durchaus fein lederartig punktiert-runzelig, glänzend. Pronotum quer, etwa dreimal so breit wie lang, sehr fein lederartig gerunzelt. Mesonotum mäßig stark gewölbt, die Notauli sehr fein, treffen vom Schildchen entfernt auf die Axillae. Schildchen sehr groß, ziemlich stark gewölbt, im Umriß fast kreisrund, fast glatt, nur mit mikroskopisch feiner lederartiger Skulptur, glänzend. Axillae groß und rundlich. Mediansegment ganz glatt, ohne Kiele. Mesopleuren glatt, glänzend, Hinterhüfte sehr groß, kegelförmig, leicht komprimiert, fast glatt, nur mit Spuren feinster Punktierung. Schenkel mäßig verdickt, unbewehrt. Schienen schlank, gegen das Ende zu leicht verdickt, anliegend behaart. Der Sporn der Hinterschienen von $^1/_3$ Metatarsuslänge.

Flügel vom Typus der Gattung, Submarginalnerv etwas länger als der Marginalnerv, dieser etwa sechsmal so lang wie der kurze Postmarginalnerv, dieser rund zweimal so lang wie der ganz kurze Radius, so daß das Köpfchen fast ganz an den Flügelrand gerückt ist; es ist oval mit kurzem Fortsatz am oberen Teil. M : R : P = 12 : 1 : 2.

Hinterleib so lang wie Kopf + Thorax, eilanzettlich, hinten spitz ausgezogen, spiegelglatt, stark glänzend, hinten leicht zusammengedrückt. Bohrer von Hinterleibslänge, die Klappen am Ende leicht verdickt.

Färbung: Kopf metallisch grün. Fühlerschaft und Mandibeln hell gelbbraun. Pedicellus und Faden schwärzlich. Augen rotbraun. Thorax metallisch blaugrün, Pleuren mehr grünlich. Hinterleib dunkel erzgrün. Hüften metallisch blaugrün, Trochanteren gelblich. Schenkel metallisch blattgrün, an der Basis und Spitze mehr oder weniger gelblich. Schienen gelblich, in der Mitte mehr oder weniger breit verdunkelt, schwach metallisch. Tarsen hellgelb. Klauenglieder schwarz. Flügel glashell. Nerven graulich braun.

Beschreibung des ♂ ähnlich dem ♀ besonders in bezug auf die Skulptur. Fühler 13gliedrig, Schaft und Pedicellus kurz, die Fadenglieder sehr dick und quer, das letzte Glied stark kompreß, etwas breiter als die vorhergehenden. Thorax wie beim ♀, dieser länger als der kurze Hinterleib und auch etwas breiter, dieser zweimal so lang wie breit, hinten rundlich abgestutzt, schwach zusammengedrückt, am Rande mit langen, leicht gekrümmten, fadenförmigen Anhängen. Färbung wie beim ♀, doch etwas mehr gleichmäßig metallisch grün, ferner sind die Schienen fast ganz dunkel metallisch. Länge: ♀ $1^1/_2$—2 mm, ♂ 1—$1^1/_2$ mm.

Es ist schwer, die bisher beschriebenen zahlreichen Arten auseinander zu halten. Schon Ruschka bemerkt mit Recht, es könnten nur gezogene Arten mit Sicherheit erkannt werden. Ich kann die hier beschriebene Art mit keiner anderen zusammenziehen, am ehesten noch mit *T. resinanae* Ratz., der sie nach der Beschreibung am ähnlichsten ist, hat aber längeren Bohrer, andere Färbung der Beine. Die ♂ sind an den langen Anhängen gut zu erkennen.

Die *Torymus*-Arten sind zumeist Parasiten von Gallenbewohnern und Dipteren, werden jedoch auch als Schmarotzer von Lepidopteren, Coleopteren und auch aculeaten Hymenopteren angegeben; in solchen Fällen scheinen sie Überparasiten zu sein, wie sie ja auch in Gallen nicht immer Parasiten der Gallwespe, sondern deren Einmietler und Parasiten sein können."

Tyndarichus Kuriri n. sp. Fahringer

„Kopf, von vorne gesehen, rundlich, bei getrockneten Stücken stark geschrumpft, Stirne so breit oder breiter als ein Auge, wie die Scheitel glatt, kaum merklich punktiert und fast nackt. Wangen fast glatt, ebenso der Clipeus; dieser ist vom Gesichte wenig deutlich getrennt. Hinterhaupt glatt. Ocellen in einem sehr flachen Dreieck liegend, fast nur einen Bogen bildend. Maxillarpalpen 3-, Labialpalpen 1gliedrig. Mandibeln breit, 3zähnig. Fühler auf gleicher Höhe mit der Augenbasis eingelenkt, 12gliedrig. Fühlerschaft dünn, schwach, spindelförmig, nicht bis zum vorderen Ocellus reichend. Pedicellus kurz, annähernd birnenförmig, wenig länger als dick, das Ringglied sehr klein, die Fadenglieder kurz walzlich, fast rundlich, die 3 letzten Glieder bilden eine große, dicke, schwach zugespitzte Keule, die vorhergehenden Glieder sind sehr groß und etwas quer. Alle Glieder sind fein behaart.

Thorax. Pro- und Menosotum fast glatt, seidig glänzend, nur bei stärkerer Vergrößerung ist eine feine, netzartig-lederartige Skulptur erkennbar. Notauli tief und deutlich, das Mesonotum daher 3lappig, oben fast glatt, ziemlich flach, der Mittellappen am Ende mit 2 kleinen Grübchen, fast nackt. Axillae ziemlich groß, fast viereckig, das Schildchen kurz, beiderseits mit je einer sehr feinen Längslinie, hinten mit 4 Apikalhaaren, fast glatt. Mediansegment in der Mitte glatt, an den Seiten mit kaum merkbarer netzartiger Skulptur. Mesopleuren fast glatt, kahl. Mesosternum fast glatt, mit Spuren einer feinen Streifung. Vorderflügel lang und breit, das Verhältnis M : R : P = 3 : 2 : 1. Der Submarginalnerv ist etwas kürzer als der Marginalnerv, dieser etwas mehr als doppelt so lang wie der Radius, der

Postmarginalnerv ist sehr kurz. Die Fläche der Flügel ist kurz und dicht behaart, der Submarginalnerv mit Börstchenreihen bedeckt, das Spekulum klein, der Rand ganz kurz bewimpert, die Hinterflügel fein und dicht behaart. Beine ziemlich lang, zart, Hüften fast glatt, die hintersten mit Spuren einer Streifung. Trochanteren glatt. Hinterhüften ziemlich stark aufgeblasen, fein behaarte Schienen mit kurzen Börstchen besetzt, Klauen sehr klein.

Hinterleib. Länger als breit, etwas länger wie der Thorax, glatt, hinten etwas zugespitzt. Bohrer kurz vorstehend.

Färbung schwarz, kaum etwas metallisch, Augen weißlich. Palpen gelblich. Fühler schwarz, nur der Pedicellus ist etwas heller, die anderen Fadenglieder schwärzlich. Tegulae braun. Flügel hyalin, Nerven gelb. Beine blaß-rotgelb; Schenkel in der Mitte mehr oder weniger ausgedehnt verdunkelt, Schienen und Tarsen ganz gelb, die ersteren an den Hinterbeinen in der Mitte leicht verdunkelt.

♂ ähnlich dem ♀. Fühler sehr schlank, fast fadenförmig, das Endglied doppelt so lang als die zwei vorhergehenden, diese etwas länger als breit, Schaft fast walzlich. Pedicellus kaum halb so lang wie der Schaft, oben erweitert, die folgenden Glieder kaum dicker als die vorhergehenden und fast nackt, die basalen Glieder und die Endglieder etwas dichter behaart. Thorax ziemlich breit und wie der Kopf fast ganz glatt. Notauli fein, sonst wie beim ♀. Hinterleib schmal, schmäler als der Thorax, etwas länger als dieser. Flügel außerordentlich groß und breit, weit über den Körper hinausragend. M : R : P = 5 : 2 : 1 wie beim ♀. Schwarz, mit ganz schwachem metallischen Schimmer. Beine bräunlichgelb, die Länge des ♀ 1½ mm; ♂ 1 mm.

In der Bestimmungstabelle von NOWICKI (1928) gehört die Art in die Gruppe 4, sie ist am ähnlichsten dem *T. scaurus* Walk., da sie mit dieser die einfärbigen Fühler gemeinsam hat, dagegen ist der Radius wie bei *T. melanacis* Dalm. kürzer als der Marginalnerv. In bezug auf Skulptur ist sie wohl dem *T. laeviscutellatum* Merc. am ähnlichsten, doch hat diese Art ganz andere Fühlerfärbung und ist die Fühlerkeule kürzer als der Faden. Von *T. navae* How., der in Amerika als Überparasit des Schwammspinners bekannt geworden ist, unterscheidet sich diese Art durch die breite Stirne.

Ich würde diese Art zur Gattung *Epiencyrtus* Ashm. gestellt haben, zu der sie am besten paßt, zumal ich nicht glaube, daß diese Gattung von *Tyndarichus* scharf getrennt werden kann. Es ist ja besonders auffallend, daß gerade die Genotype, nämlich *T. nawae*, mit Rücksicht auf die schmale Stirne ganz zur Gattung *Zaomma* Ashmead paßt. Die Gattung *Tyndarychus* steht also auf sehr schwachen Füßen und wäre besser einzuziehen."

Zusammenfassung

In den Eichenwäldern Slawoniens (Kroatien) trifft man alljährlich starken Schwammspinnerbefall an. Unter den biotischen Hemmungsfaktoren spielt der Eiparasit *Anastatus disparis* Ruschka eine große Rolle.

Untersuchungen über die Parasitierung der Eier *Lymantria dispar* L. mit *Anastatus disparis* Ruschka, haben ergeben, daß der Hundertsatz der Parasitierung zwischen 0.2 % und 68,5 % schwankt.

Der Befall mit der Wespe geht mit dem Schwammspinnerbefall parallel.

Das Geschlechterverhältnis der Wespe variiert und ist nicht abhängig von der Befallsstärke des Schwammspinners.

Beim Verlassen des Schwammspinnereichorions schlüpfen durchschnittlich zuerst weit mehr Männchen als Weibchen der Wespe aus.

Das Auskriechen der Wespe fällt in die Zeit von Mitte Juli bis Mitte August und geht in Form einer unimodalen Kurve vor sich. Bei

unter anormalen Verhältnissen im Laboratorium überwinterten Eiern erstreckte sich das Auskriechen auf sechseinhalb Monate und geht auch in einer unimodalen Kurve vor sich.

Die Wespe hat in der Regel in Mitteleuropa eine Generation je Jahr; eine zweite Generation würde keine Gelegenheit zur Eiablage haben, weil die Wespe in der Regel nur bei frisch abgelegten Schwammspinnereiern parasitiert.

Beim Verlassen durchbeißt die Wespe das Schwammspinnereichorion an irgendeiner beliebigen Stelle in Form eines runden Loches, auch an der Zentralvertiefung. Die Größe des Ausschlüpfloches beträgt ein Achtel des gesamten Eichorions.

Innerhalb des Schwammspinnereichorions kann sich nur ein einziger Parasit der *Anastatus disparis* Ruschka entwickeln. Die Länge des Imaginallebens einer Wespe beträgt 15 Tage, während sie das Ei-, Larven- und Puppenstadium innerhalb des Schwammspinnereichorions elfeinhalb Monate verbringt. Um die Dauer des Imaginallebens der Wespe zu bestimmen, wurden Versuche mit verschiedenem Futter durchgeführt. —

Die Copula der Wespe ist von sehr kurzer Dauer, und zwar 4 bis 8 Sekunden.

Die Zahl der Nachkommen eines befruchteten Weibchens bewegt sich zwischen 2—13 Stück. In der Regel legt die Wespe ihre Eier nur in befruchtete, frisch abgelegte, 2—3 Tage alte Schwammspinnereier. Die Weibchen der Wespe legen ihre Eier meistens in den oberen Teil der Schwammspinnereigelege.

Die Wespe, innerhalb des Schwammspinnereichorions, kann sehr niedrige Temperaturen bis zu —26° C aushalten. Die abiotischen Umweltsfaktoren — Eis, Schnee, Kälte — üben keine schädliche Wirkung auf die Wespe innerhalb des Schwammspinnereichorions während der Winterdiapause aus.

Die Wirte der Wespe sind folgende: *Lymantria dispar* L., *Hemerocampa leucostigma* Sm. et Abb., *Dendrolimus pini* L., *Dicranura vinula* L., *Thaumetopoea Wilkinsoni* Tams., *Hemileuca oliviae* Ckll., *Gonocerus acuteangulatus* Goeze, *Ooencyrtus pityocampae* Merc. und *Apanteles melanoscelus* Ratz.

Zwei neue Parasiten zweiter Ordnung wurden gefunden, und zwar: *Torymus anastativorus* n. sp. Fahringer und *Tyndarichus Kuriri* n. sp. Fahringer.

Schrifttum

Ashworth, J., und Britton, W., 1927, Gipsy-moth work in Connecticut in 1926. Connecticut Agric. Expt. Stat. Bull. Nr. 285, S. 199—222. New Haven.

Aulló, M., 1922, Experiencias sobre aclimatación de insectos parásitos. Rev. de Montes Bd. 46, S. 520. Madrid.

— — 1923, Estudio y extinción de la *Lymantria dispar* L., „Lagarta peluda“ en Villanueva de Córdoba. Rev. fitopat. Bd. 1, Nr. 2—3, S. 45—52 und 93—95. Madrid.

— — 1926, Organización de la campañas de extinción contra plagas de *Lymantria dispar* L. Rev. fitopat. Bd. 2—3, S. 5—12. Madrid.

BLAIR, K., 1926, Entomological notes with cancer field commission in the Trentino 1925. Jl. Trop. Med. e. Hyg. Bd. 29, Nr. 16, S. 294—298. London.

BOLÍVAR Y PIELTAIN, C., 1923, Estudios sobre Calcídidos de la familia Eupelmidos. III. Los *Anastatus* de España. Rev. fitopat. Bd. 1, Nr. 4, S. 114—122. Madrid.

— — 1935, Estudio monográfico de las especies españolas del género *Anastatus* Motsch. *(Hym. Chalc.)*. „Eos" Rev. esp. entom. Bd. 10, Nr. 3—4, S. 273—292. Madrid.

BOSELLI, F., 1932, Studio biologico degli emitteri che attaccano le nocciuole in Sicilia. Boll. Lab. gen. agr. Zool. Portici. Bd. 26, S. 142—309.

BRITTON, W., 1933, Connecticut State Entomologist, thirty-second report 1932. Connecticut Agric. Expt. Stat. Bull. Nr. 349, S. 365—460. New Haven.

— — 1935, Connecticut State Entomologist, thirty-fourth report 1934. Connecticut Agric. Expt. Stat. Bull. Nr. 368, S. 147—262. New Haven.

— —, und ASHWORTH, J., 1923, Report of work in suppressing the gipsy and brown-tail moths. Season of 1921—22. Connecticut Agric. Expt. Stat. Bull. Nr. 247, S. 290—326. New Haven.

— —, — —, 1925, Report of gipsy moth work. Year 1924. Connecticut Agric. Expt. Stat. Nr. 265, S. 254—276. New Haven.

— — 1929, Gipsy-moth work in Connecticut in 1928. Connecticut Agric. Exp. Stat. Bull. Nr. 305, S. 712—727. New Haven.

BRITTON, W., und DAVIS, I., 1918, Suppression work against the gipsy and brown-tail moths. 17 Report 1917. Connecticut Agric. Expt. Stat. Bull. Nr. 203, S. 246—258. New Haven.

— —, — —, und ASHWORTH, J., 1921, Report of work in suppressing the gipsy and brown-tail moths. Season 1919—20. 20 Report. Connecticut Agric. Expt. Stat. Bull. Nr 226, S. 151—156. New Haven.

BURGESS, A., 1914, The gipsy moth und the brown-tail moth, with suggestions for their control. U. S. Dep. Agric. Farmer's Bull. Nr. 564, S. 1—24. Washington.

— — 1915, Report on the gipsy moth work in New England. U. S. Dep. Agric. Bull. Nr. 204, S. 1—32. Washington.

— — 1916, The work carried on in the Unted States against the gipsy and prown-tail moths. Ann. Rept. Entom. Soc. Ontario Jhr. 1915, S. 153—155. Toronto.

— —, und BAKER, W., 1938, The gipsy and brown-tail moths and their control. U. S. Dept. Agric. Circular Nr. 464. Washington.

— —, und CROSSMAN, S., 1929, Imported insect enemies of the gipsy moth and the brown-tail moth. U. S. Dept. Techn. Bull. Nr. 86. Washington.

CADEY, E., 1916—1917, Report of special field agent in charge of gipsy moth work; Maine. Commissioner Agric. Jhr. 1915 und 1916. 14 and 15 Ann. Repts., S. 109—115 und 80—83. Waterville.

ČORBADŽIEV, P., 1928, Report on pests of cultivated plants in Bulgaria during 1926. Rapp. Ann. Stat. Agron. Etat. S. 175—241. Sofia.

CROSSMAN, S., 1917, Some methods of colonizing imported parasites and determining their increase and spread. Jl. Econ. Entom. Concord. Bd. 10, S. 177—183.

— — 1925, Two imported egg parasites of the gipsy moth, *Anastatus bifasciatus* Fonsclombe and *Schedius kuwanae* Howard. Jour. Agric. Research. Bd. 30, Nr. 7, S. 643—670. Washington.

DE STEFANI, F., 1898, Note intorno ad alcuni Zoocecidii del *Quercus robur* e del *Quercus suber*. Nat. Sicil. nuova ser. II, S. 156.

ESCHERICH, K., 1913, Die angewandte Entomologie in den Vereinigten Staaten. S. 116—117. Berlin.

— — 1941, Die Forstinsekten Mitteleuropas. Bd. 5: *Hymenoptera* und *Diptera*. S. 307. Berlin.

FOERSTER, 1860, Verh. nat. Ver. press. Rheinl. Bd. 17, S. 122.

FONSCOLOMBE, B., 1832, Monographia Chalciditum Gallo Provinciae circa Aquas Sextias degentium. Ann. sc. nat. Bd. 26, S 294.

FORBUSH, E., und FERNALD, C., 1896, The gipsy moth, *Porthetria dispar* (Linn.). A report of the work of distroying the insect in the commenwealth of Massa-

chusetts, together with an account of its history and habits both in Massachusetts and Europe. Boston.

FRIEDERICHS, K., 1930, Die Grundfragen und Gesetzmäßigkeiten der land- und forstwirtschaftlichen Zoologie Bd. 1, S. 289. Berlin.

GIRAUD, J., 1871, Miscellanées hyménoptêrologiques. III. Description d'Hyménoptères nouveaux avec l'indication des moers de la plupart d'entre eux et remarques sur quelques espèces déjà connu. Ann. Soc. Ent. Fr. Bd. 3, S. 389—420.

GRANDI, G., 1911, Dispense di entomologia agraria. S. 249—250. Portici.

GYÖRFI, J., 1941, Fürkészdarázs kutatásaim eredménye, különös tekintettel a mellékgazda kérdésre (Die Ergebnisse meiner Schlupfwespenforschungen mit besonderer Berücksichtigung der Zwischenwirtfrage). Erdészeti Kisérletek Bd. 44, S. 79—80 und 153—154. Budapest.

HOWARD, L., 1909, Report of the Entomologist for 1909. U. S. Dept. Agric.

— — 1910, On some parasites reared or supposed to have been reared from the eggs of the gipsy-moth. U. S. Dept. Agric. Bur. Entom. Techn. Bull. Nr. 19, S. 1—12. Washington.

— — 1914 a, Report on parasites. Ann. Entom. Soc. America Bd. 7, Nr. 1, S. 86—89. Columbus

— — 1914 b, Report of the Entomologist for the year 1914. U. S. Dept. Agric. Ann. Rept. S. 1—16. Washington.

— — 1916, Report of the Entomologist for the year 1916. U. S. Dept. Agric. Bur. Entom. S. 1—24. Washington.

— — 1918, Report of the Entomologist for the year 1918. U. S. Dept. Agric. Bur. Entom. S. 1—24. Washington.

— — 1919, Report of the Entomologist for the year 1919. U. S. Dept. Agric. Bur. Entom. S. 1—27. Washington.

— —, und FISKE, W., 1911, The importation into the United States of the parasites of the gipsy-moth and the brown-tail moth. U. S. Dept. Agr. Bur. Ent. Bull. Nr. 91, S. 168—176. Washington.

KOLUBAJIV, S., 1934, Zkušenosti s pěstováním parasitických druhů hmyzu z jejich hostitelů, získané ve statním výzkumném ústavě pro ochranu lesů v Praze v. roce 1929—1933 (Die Ergebnisse der Züchtung von parasitischen Insektenarten aus ihren Wirten in der staatlichen Versuchsanstalt in Prag in den Jahren 1929 bis 1933). Čas. Česk. Spol. Entom. Bd. 31, S. 59—163. Praha.

KURIR, A., 1943, Einflüsse abiotischer Umweltsfaktoren auf den Schwammspinner (*Lymantria dispar* L.) im Eistadium, während der Winterdiapause. Zeitschr. f. d. ges. Forstwesen Bd. 75/69, Heft 4/6, S. 105—132. Berlin.

KUWAYAMA, S., 1929, Auftreten von *Lymantria dispar* L. in Hokkaido. Oyo Dobutsugaku Zasshi (Journ appl. Zool.) Bd. 1, Nr. 2, S. 106—109. Tokyo.

LANGHOFFER, A., 1927, Gubar i sušenje naših hrastovih šuma (Der Schwammspinner und das Eingehen unserer Eichenwälder). Glasnik Šum. Pok. (Ann. Exp. For.) Bd. 2, S. 67. Zagreb.

MALENOTTI, E., 1931, Le polveri arsenicali contro il bombice dispari. Primo esperimento in Italia con distributore di polvere a motore contro gl'insetti dei boschi. Riv. mens. ital. L'Alpe S. 1—11. Torino.

MARLATT, C., 1931, Report (1930—31) of the chief of the Bureau of Entomology. U. S. Dept. Agric. S. 87. Washington.

MASI, L., 1919, Chalcididi del giglio. Seconda serie. Ann. Mus. civ. Stor. nat. Genova Bd. 8 (18), S. 43—50.

MC. INTIRE, M., 1922, Report of the field agent, gipsy moth work. 20 Ann. Rept. Maine Commissioner Agric. Jhr. 1921—22, S. 45—47. Augusta.

MERCET, R., 1918 a, Microhimenópteros de España utiles á la agricultura. Asociatión Española para el progresso de la Ciencias, Congresso de Valladolid, Secion 4 a, S. 367—377.

— — 1918 b, Parasites of *Porthetria dispar* in Spain. Rev. de Montes Bd. 42, Nr. 1004, S. 775—781 Madrid.

MORRIS, H., 1927, Entomological notes. Cyprus Agric. Jl. Bd. 22, S. 65—67. Nicosia.

NEES V. ESENBECK, C., 1834, Hymenopterorum Ichneumonibus affinium monographie. Bd. 2, S. 426. Stuttgart und Tübingen.

NOWICKI, S., 1928, Eine neue *Tyndarichus*-Art, *T. rudnevi* n. sp. aus den Eiern von *Cerambyx cerdo* L. *(Hym. Chalcididae)*. Zeitschr. wiss. Insektenbiologie. N. Beit. syst. Ins. Kunde Bd. 4, Nr. 3/4, S. 17—27.

O'KANE, W., 1915, State moth work: Plan and progress of work 1913—1914. New Hampshire S. Dept. Agric. Concord. Circular Nr. 6, S. 1—22.

PARKER, D., 1933, The interrelations of two Hymenopterous egg parasites of the gipsy moth, with notes on the larval instars of each. Journ. Agric. Research. Bd. 46, Nr. 1, S. 23—34. Washington.

PICARD, F., 1921, Le Bombyx disparate ou Spongieuse *(Lymantria dispar)*. Progrès Agric. Vitic. Bd. 76, Nr. 33, S. 160—165. Montpellier.

ROGERS, D. und BURGESS, A., 1910, Report on the field work against the gipsy moth and the brown-tail moth. U. S. Dept. Agric. Bur. Entom. Bull. Nr. 87, S. 1—81. Washington.

RUSCHKA, F., 1921, Chalcididenstudien. I. Teil. Verh. Zool. Bot. Gesel. Bd. 70, Nr. 6—8, S. 264—267. Wien.

SCHEDL, K., 1936, Der Schwammspinner *(Porthetria dispar* L.) in Eurasien, Afrika und Neuengland. Monog. Zeitschr. angw. Entom. Nr. 12, S. 116—123. Berlin,

SMITH, G., 1921, Report of the superintendent of gipsy-moth work. Ann. Rept. Mass. Commis's Conserv. a State Forester for year 1920. Publ. Doc. Nr. 73, S. 53—60. Boston.

SOULE, A., 1913, Parasite introduction to Maine. Maine Dept. Agric. Bull. Nr. 4, Bd. 12, S. 10—18. Augusta.

STELLWAAG, F., 1921, Die Schmarotzerwespen (Schlupfwespen) als Parasiten. Monog. Zeitschr. angew. Entom. Nr. 6. Berlin.

SUMMERS, J., 1916, Work with parasites of the gipsy and brown-tail moths in Maine. Maine Commissioner Agric. Jhr. 1915. 14 Ann. Rep.t, S. 116—117. Waterville.

— — 1922, Effect of low temperature on the hatching of gipsy moth eggs. U. S. Dept. Agric. Bull. Nr. 1080, S. 1—14. Washington.

WACHTL, F., 1882, Beiträge zur Kenntnis der Biologie, Systematik und Synonymie der Insekten. Wien. entom. Zeitg. Bd. 1, S. 296.

WILKINSON, D., 1926, The Cyprus processionary caterpillar *(Thaumetopoea wilkinsoni* Tams.). Bull. Ent. Research Bd. 17, S. 163—182. London.

Über die forstlich wichtigen Ameisen des nordost-karelischen Urwaldes

Von

KARL HÖLLDOBLER, Ochsenfurt

Mit 19 Abbildungen

Teil I

Den forstlich wichtigen Ameisen wurde in den letzten Jahren in Deutschland erhöhte Aufmerksamkeit zuteil. GÖSSWALDS Untersuchungen brachten ganz neue Gesichtspunkte in die verworrene Systematik der Waldameisen. Gleichzeitig erwies es sich als notwendig mehr Faunengebiete in den Beobachtungskreis einzubeziehen. Dies um so mehr, als auf Grund der Untersuchungen GÖSSWALDS und anderer mehr und mehr der große Nutzen erkannt wurde, der dem deutschen Wald durch zielbewußte Vermehrung der Waldameisen erwachsen könnte. Die wesentlichen Erkenntnisse wurden durch Ameisenstudien im deutschen Kulturwald gewonnen. Im Vergleich dazu ist es besonders reizvoll und auch wissenschaftlich bedeutsam, die Lebensbedingungen der forstlich wichtigen Ameisenarten nun nicht im Kulturwald zu studieren, sondern im Urwald, in dem menschliche Einflüsse auf die Ausbreitung der Ameisen-wegfallen. Meine Arbeit befaßt sich mit den Ameisen des nördlichen Urwaldgebietes von Ostkarelien. Sie ist nicht auf einer Studienreise durch diese Gebiete entstanden, sondern im Krieg. Manche wünschenswerte Untersuchung mußte augenblicklich wichtigeren Aufgaben weichen. Andererseits hat aber auch der Krieg manche Beobachtung möglich gemacht, die sonst nicht möglich gewesen wäre.

Das Beobachtungsgebiet

Meine hauptsächlichsten Studien machte ich zwischen dem Top-See und dem Jelety-See, also nördlich und südlich des 66. Breitengrades auf sowjetkarelischem Gebiet. Daneben sind Beobachtungen aus der Gegend von Hyrinsalmi (Finnland) verwertet. Die Beobachtungen von Hyrinsalmi sind aus der Zeit vom 15. Mai 1942 bis 3. Juni 1942. Die Beobachtungen nördlich des Top-Sees machte ich in der Zeit vom 6. Juni 1942 bis zum Winter.

Die klimatischen Verhältnisse des Gebietes entsprechen der nördlichen Lage. Der Winter 1941/42 war nur mäßig schneereich, doch war

die Schneedecke bis Anfang Mai geschlossen. Tageweise war die Landschaft aber bis in den Juni hinein immer wieder schneebedeckt. Den letzten über 12 Stunden liegenbleibenden Schnee hatten wir am 6. Juni (Beobachtung am Schari-See). Der tiefste von mir beobachtete Thermometerstand war — 49 ° (Beobachtung bei Hyrinsalmi). Längere Kälteperioden von unter — 30 ° waren nicht selten. Die Eisdecke der Seen war Anfang Mai noch geschlossen. Am 25. Mai maß die Eisdecke unseres Lager-Sees bei Hyrinsalmi noch 80 cm. Am 26. Mai zerfiel das Eis in Schollen und am 29. Mai war der See eisfrei. Größere Seen hatten um diese Zeit noch größere zentrale Eisflächen. Am Top-See beobachtete ich noch am 6. Juni 1942 eine große Eisfläche. In der Umgebung dieses Sees waren auch die Mulden im Wald um diese Zeit noch mit Altschnee gefüllt. Noch Mitte Juni hatten die Moore zwischen Top-See und Jelety-See in 40 cm Tiefe Eis und Mitte Juli stieß man beim Graben eines Brunnens in 2 m Tiefe auf Eis.

Die Belichtung weicht durch die nördliche Lage sehr von den deutschen Verhältnissen ab. Von Mitte Mai an konnte man auch bei Hyrinsalmi kaum mehr von nächtlicher Dämmerung sprechen, und in den Gebieten zwischen Top-See und Jelety-See verschwand die Sonne überhaupt kaum hinter dem Horizont. Merkbare Dämmerung trat erst Ende Juli wieder auf. Anfang August war es um Mitternacht bereits recht dunkel. Der erste Frost war in der Nacht vom 18./19. September 1942. Die Tageswärme war im Juni und Anfang Juli oft groß, die Nächte waren aber immer kühl.

In der zweiten Maihälfte war es recht regnerisch. Die Sommermonate waren niederschlagsarm. Die gewohnte herbstliche Regenperiode trat im Herbst 1942 kaum in Erscheinung.

Das untersuchte Gebiet hat als Untergrund Urgestein (Granit). In der Umgebung fließender Gewässer ist Sandboden. Das Urgestein tritt an Schliffstellen (Inseln in den Seen, aber auch sonst im Gelände) zutage. Überall sieht man Findlinge verschiedenster Größe. Die Humusdecke über dem Felsenuntergrund ist meist nur sehr dünn. Die höchste Erhebung in der Gegend ist 217 m.

Der Wald

Ich habe meine Beobachtungen vor allem im Urwald gemacht. Das Gebiet zwischen Top-See und Jelety-See ist abgesehen von der nächsten Umgebung von Kiestinki Urwald, durchsetzt von kleinen Moorseen und Hochmooren. Selbst die Straße von Kiestinki nach Okanjewaguba am Jelety-See war ursprünglich nur auf der Karte vorhanden. Sie führt über unwegsame Moore und stellt nur die Fahrtrichtung dar, die im Winter über die gefrorenen Flächen einzuschlagen war. Erst unsere Truppen haben in unendlicher Arbeit durch den Urwald die auf der Karte eingezeichnete Straße als Knüppeldamm ausgebaut. Auch mein Beobachtungsgebiet um Hyrinsalmi verdient den Namen Urwald. Auch hier waren menschliche Einflüsse nur durch das großwabige Netz der

Schneisen gegeben, sowie durch den geringfügigen Einschlag in nutzbares Holz. Im übrigen wächst und stirbt der Wald auch dort nach seinen eigenen Gesetzen. Baumbestand und Bodenflora, überhaupt der ganze Waldtyp, glich dem meines nördlicheren Beobachtungsgebietes.

Der Baumbestand wird in der Hauptsache gebildet aus Kiefern, Fichten und Birken. Die Kiefern wachsen meist schlank und fichtenartig (var. *lapponica*). Seltener sind Bäume mit breiten Kronen. Daneben finden sich je nach der Lage vereinzelte Erlen, Espen, Ebereschen und Salweiden [1]). Überall ist der Wacholder vertreten. Die Mächtigkeit der Bäume ist trotz des oft hohen Alters geringer als im Deutschen Kulturwald. Dies hat seinen Grund einmal im nördlichen Klima, zum zweiten wesentlichen Grund aber die Tatsache, daß es sich fast durchweg um Moorwald handelt. Auch außerhalb der eigentlichen Moore ist der Wald anmoorig und immer wieder mit Sphagnumpolstern durchsetzt. Auf den Mooren findet man Krüppelkiefer, Krüppelbirke und Zwergbirke *(Betula nana)*.

Der Unterwuchs ist dicht. Sehr häufig findet man den wilden Rosmarin *(Ledum palustre)*. Diese Pflanze geht ziemlich weit in die Moore hinein und ist auch auf den trockeneren Sandböden der Flußränder vertreten. Ähnlich verhält sich die gleich häufige Krähenbeere *(Empetrum nigrum)* [2]). Weitere Pflanzen des Unterwuchses sind: Preißelbeere *(Vaccinium vitis idaea)*, Heidelbeere *(V. myrtillus)*, Rauschbeere *(V. uliginosum)*, Torfgränke *(Andromeda calyculata)*. Die *Betula nana* ist nicht nur auf reinen Mooren heimisch, sondern bildet auch sonst in den moorigen Waldbeständen Gruppen. Auch das Weidenröschen *(Epilobium montanum)* ist sehr verbreitet [2]). Auf den Hochmooren und auf Sphagnumpolstern im Wald wächst die *Andromeda polifolia*, die Moosbeere *(Vaccinium oxycrecos)*, Sonnentau *(Drosera rotundifolia* und *longifolia*), letztere auch an anderen Sumpfstellen mit genügender Besonnung. An trockneren Waldstellen gibt es viel isländ. Moos und Besenheide (*Calluna vulgaris)*. Die Vegetationsgrenzen sind aber auch hier nicht scharf, und ich fand oft mitten in Sphagnumpolstern isländ. Moos wachsen.

Myrmecologische Beobachtungen

Im Beobachtungsgebiet habe ich folgende Ameisenarten festgestellt: *Formica rufa rufo-pratensis major, Formica exsecta pressilabris, Formica fusca picea, Camponotus herculeanus, Myrmica ruginodis, Leptothorax acerrorum, Formicoxenus nitidulus*. Besonders auffällig war mir das Fehlen der Lasiusarten, besonders von *Lasius niger*.

---

[1]) Neben der *Salvia caprea* gibt es noch folgende Weiden: *S. lapponum, S. phylicifolia, S. myrtilloides, S. livida.*

[2]) Sehr häufig ist auch der Waldstern *Trientalis europaea* und an nassen Stellen *Equisetum silvaticum, Pyvola media* und *sekunda.* Eine genaue floristische Untersuchung des Gebietes erscheint von Dr. Herlin, Helsinki.

Von den beobachteten Ameisen habe ich die beiden forstlich wichtigen Arten *Formica rufo-pratensis major* und *Camponotus herculeanus* eingehender studiert.

Formica rufa rufo-pratensis major

Durch die grundlegende Arbeit GÖSSWALDS (1941) ist der Anstoß gegeben, die Gruppe *Formica* systematisch zu bereinigen und den Besonderheiten gerecht zu werden, die die Systematik eines sozialen Insekts verlangt. Ich habe mir GÖSSWALDS Beobachtungen zur Grundlage meiner Studien im nördlichen Ostkarelien genommen, um damit auch der Forderung zu dienen, daß mehr Faunengebiete als bisher in den Kreis der Beobachtung eingeschlossen würden.

Ich suchte folgende Fragen für das untersuchte Gebiet zu beantworten:

1. Welche *Formica*-Arten und -Rassen kommen vor?

2. Bestehen grundlegende biologische oder morphologische Unterschiede zwischen den ostkarelischen und den deutschen Waldameisen?

3. Welche der Abweichungen sind durch den anderen Lebensraum bedingt?

4. Wie wirkt sich das Fehlen menschlicher Einflüsse auf die Waldameisen des Urwaldes aus?

Verbreitung

Das ganze untersuchte Gebiet ist sehr reich an Ameisenhaufen, und zwar ist ihre Verteilung ziemlich gleichmäßig. Sie fehlen nur im ausgesprochenen Hochmoor. Ich war aber erstaunt, wie weit sie auch in die Moore vordrangen. Der Urwald selbst ist ja auch Moorwald und doch ist seine Besetzung mit Ameisenhaufen recht dicht. Ich fand sogar bei Hyrinsalmi, daß der moorige Wald dichter mit Ameisenhaufen besetzt ist, als die trockeneren Waldstrecken an den Sandrücken am Hyrinfluß.

Vom deutschen Kulturwald her sind wir gewohnt, die Ameisenhaufen vorwiegend an Waldrändern, Schneisen und Lichtungen anzutreffen. Allerdings schreibt GÖSSWALD 1941 von der *major:* „Sie kommt, wie alle Arten, an Waldrändern und Lichtungen vor, dringt aber auch in durchschnittlich mäßig dichte Bestände von Nadelwäldern ein.“ Der nordische Urwald ist als mäßig dicht zu bezeichnen. Ihm fehlt der uns gewohnte dunkle Waldesdom des deutschen Mischwaldes, von der Düsternis einer reinen Fichtenplantage ohne Bodenvegetation ganz zu schweigen. Hinsichtlich der Belichtung sind überall die Lebensbedingungen für die *major* gegeben. Der moorige Wald, die geringe Humusschicht auf felsigem Grund, die üppige dichte Bodenvegetation ergeben aber verschiedene Abweichungen im Nestbau dieser Ameise.

Die Nesthaufen

Wir kennen den Waldameisenhaufen des deutschen Waldes als verschieden geformten Hügel aus vegetabilischem Material, das um einen Baumstrunk (Stubben) angehäuft diesen meist ganz überdeckt. Bewachsen sind die Haufen in der Regel nicht. Meist ist sogar um die Nesthaufen eine vegetationslose oder vegetationsarme Randzone. Eckstein befaßt sich 1937 eingehend mit den Nesthaufen von *rufo-pratensis* und schreibt über die Nester seines Beobachtungsgebietes: „Von der Bodenflora überwachsene Nester fehlen; auch die Kegel der toten Haufen sind frei von Pflanzenwuchs. Dies hängt zusammen mit der im allgemeinen dürftigen Bodenflora des Gebietes und der verhältnismäßig großen Trockenheit des Sandbodens.“ Sehr interessant ist in diesem Zusammenhang auch die Beschreibung, die Eckstein von den Ameisenhaufen von Schwedisch-Lappland gibt: „Während hier (d. h. bei Eberswalde) der Nestkegel stets frei von jeglichem Pflanzenwuchs ist und die Randzone nur in der oben geschilderten Weise, meist recht wenig, durchwachsen wird, sind in Lappland sowohl die großen als auch die kleinen Nestkegel von Heidelbeere, Preißelbeere, Rauschbeere (*Empetrum nigrum*) mehr oder minder, oft sehr stark, bis zur Spitze überwuchert, aber nicht ringsum, sondern nur an der Nordseite, im Osten und Westen mehr oder minder weit übergreifend, so daß nur die Südseite frei — aber das sei hervorgehoben — ganz frei von Kräutern ist. An der Basis des Nestkegels, der auf dem felsigen Grund niemals von einer Randzone umgeben ist, wachsen zuweilen auch an der Südseite des Ameisenhaufens wenige Beerkräuter, aber niemals ergreifen sie hier Besitz von dem Nestkegel, der sehr häufig in seinem unteren Teil nicht mehr von Ameisen bewohnt ist.“

Im karelischen Urwald ist der Ameisenhaufen immer von einem dichten Pflanzengürtel umgeben (Abb. 1, 2, 3). Über diesen Gürtel ragt die Kuppe aus vegetabilischem Material heraus, die nach Süden geneigt ist und von der Nordseite her auch noch ab und zu vom Pflanzengürtel überragt wird. Die vegetationslose Kuppe setzte sich manchmal an der Südseite zipfelförmig der Nestbasis zu fort. Dieser Zipfel kann manchmal bis zum Grund des Nestes reichen. Dies beobachtete ich aber nur selten. Ich verweise auf die Abb. 3. Nur kleine Haufen (neuangelegte Zweignester) sind oft noch nicht bewachsen, wenn sie nicht einen schon stark bewachsenen Stubben zum Ursprung haben. Die Vegetation der Ameisenhaufen ist recht üppig und entstammt dem Unterwuchs des Waldes. Dabei mischen sich in der Vegetation der Ameisenhaufen die verschiedensten Vegetationstypen auf kleinstem Raum und die mehr Trockenheit liebenden Pflanzen wachsen im Verein mit den Feuchtigkeit liebenden Pflanzen. Am meisten vertreten sind Preißelbeere, Heidelbeere, wilder Rosmarin (*Led. pal.*), Krähenbeere, Rauschbeere und Torfgränke. Daneben kommen aber dann in den mehr basalen Teilen auch die anderen Pflanzen des jeweiligen Unterwuchses vor, wie das Weidenröschen und andere. An sehr lichten Stellen wachsen auch



Abb. 1. Stark bewachsenes Nest von *F. rufa rufo-pratensis major* Kiestinki-Nord, Juli 1942

etliche Gräser auf dem Haufen. Bei Kiestinki fand ich sehr viel *Rubus arcticus* unter der Nesthaufenvegetation.

ECKSTEIN bezeichnet als Randzone der Nester den erdigen Teil, der durch Erdauswurf bei Anlage des unterirdischen Nestes entstanden ist. Der für die deutschen Waldameisen typische unterirdische Nestteil fällt



Abb. 2. Mittelgroßes Nest, stark bewachsen mit Preißelbeere, Heidelbeere, Rauschbeere, Rosmarinheide und Torfgränke. Umgebung: Moorwald mit viel Sphagnumblüten. — Hyrinsalmi, 28. Mai 1942

im Urwald fast ganz weg. Entweder ist der Untergrund so sumpfig und naß, daß er für die Ameisen unbewohnbar ist, oder es kommt nach wenigen Zentimetern schon der Fels, der wiederum keine Wohnstätte gibt. Auch ist die Bodenkälte unter dem Nest zu groß. Neben den bei der Gebietsbeschreibung gegebenen Tatsachen möchte ich noch folgendes Beispiel anführen: In den heißen Tagen des Juni und Juli war es nicht möglich, in meinem Zelt Fett und Butter aufzubewahren, da sie flüssig wurden. Eine nur 30 cm tiefe Grube in Zeltboden genügte zur Frischhaltung. Butter wurde so fest, daß sie gerade noch streichbar blieb. Dem unterirdischen Nestteil unserer deutschen Ameisenhaufen entspricht im nordischen Urwald der bewachsene Haufenteil. Seine Partien sind

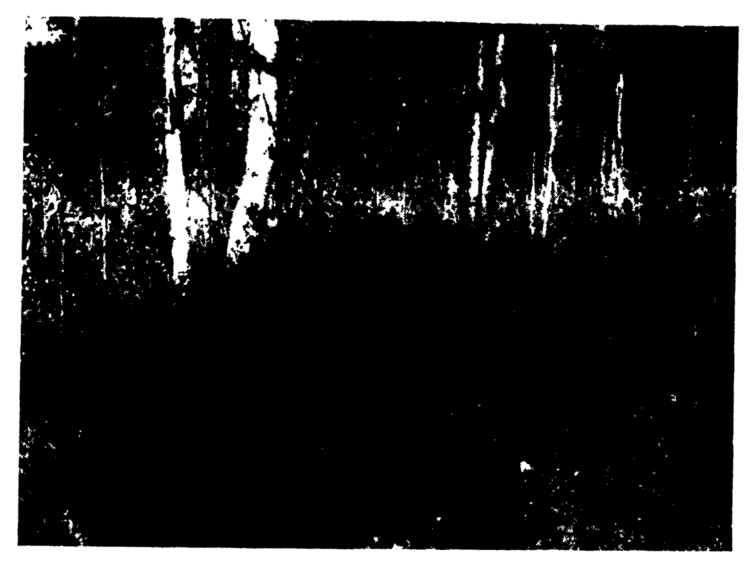


Abb. 3. Großes Nest von *F. rufa rufo-pratensis major*. Man sieht den nach der Südseite herunterziehenden, vegetationslosen Zipfel. — Kiestinki-Nord. Juni 1942

im Innern auch nicht etwa verschimmelt und moderig, sondern zwischen dem Wurzelwerk der Pflanzen liegen gut ausgebaute Kammern, in denen die Kolonie unter der von den Pflanzen gut gehaltenen Schneedecke genügenden Frostschutz findet. Bei alten Haufen bildet sich oft eine recht umfangreiche Randzone (Abb. 4) um den Nestkegel. Diese starkbewachsene Randzone ist aber nun nicht aus herausgearbeiteter Erde entstanden, sondern aus erdig umgewandeltem Nestmaterial. Auf diese Weise bekommen alte Nester oft einen gewaltigen Umfang. Ich fand z. B. Nester, deren Randzone 20 m Umfang hatte (Abb. 5), während der eigentliche Nestkegel sich nur etwa 80 cm über die Randzone erhob. Diese großen bewachsenen Randzonen sind verschieden dicht mit Nestkammern durchsetzt. Ich möchte aber darauf hinweisen, daß diese Riesennester, auch wenn nicht alle Teile der Randzone dicht bewohnt sind, vollkommen gesund und lebensfrisch sind und regstes Ameisenleben zeigen.

Form und Größe der Haufen sind sehr variabel. Ich fand bis 1,50 m hohe, spitze, turmartige Haufen neben solchen, die mehr Tendenz zeigen in die Breite zu wachsen. Ich fand aber auch Haufen von solcher

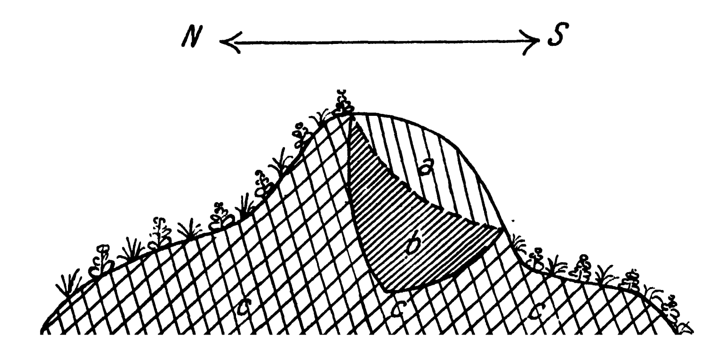


Abb. 4. Schematischer Schnitt durch ein Nest: a) Nach Süden gerichtete Nestkuppe aus grobem vegetabilischem Material. b) Nestinneres aus feinem, zernagtem Nestmaterial. c) Bewachsener Nestgürtel mit Randzone

Größe, daß man sie im ersten Augenblick eher für ein Hünengrab als für einen Ameisenhaufen hätte halten mögen. Die im sumpfigen Gelände liegenden Haufen zeigen besondere Neigung zum Hochwuchs, was



Abb. 5. Großes bewachsenes Nest von *F. rufa rufo-pratensis major* am Topseeufer, September 1942

ja auch erklärlich ist. Größe und Form der Haufen richten sich nach den örtlichen Verhältnissen und nach dem Alter der Nester. Je älter das Nest ist, um so ausgedehnter ist der bewachsene Basalteil des Nestes.

Eine weitere besondere Nestform, die ich in Deutschland nicht gesehen habe, stellen die im Geäste von Wacholdersträuchern oder

kleinen Fichten hineingebauten Haufen dar. Manchmal kommt es dabei zu richtigen Etagennestern (Abb. 6), die übereinander in den Zweigetagen mehrere nach Süden geneigte Nestkuppen haben. Das Nestmaterial ist in den meisten Nestern mittelgrob. Bevorzugt sind Aststückchen von Kiefern. Man staunt immer wieder über die Größe der Balken, die die Ameisen verwenden. Stark vertreten sind auch die unreifen Beeren des Wacholders und Harzstückchen. Manche Nester fallen durch ihren großen Reichtum an Harzstückchen auf. Es finden sich aber auch Nagestücke von Baumstrünken, Kiefern- und Fichtennadeln und andere Bestandteile im Nestmaterial. In der Nähe von Baustellen unserer Truppen wurden viele Holzspäne und Sägespäne ein-

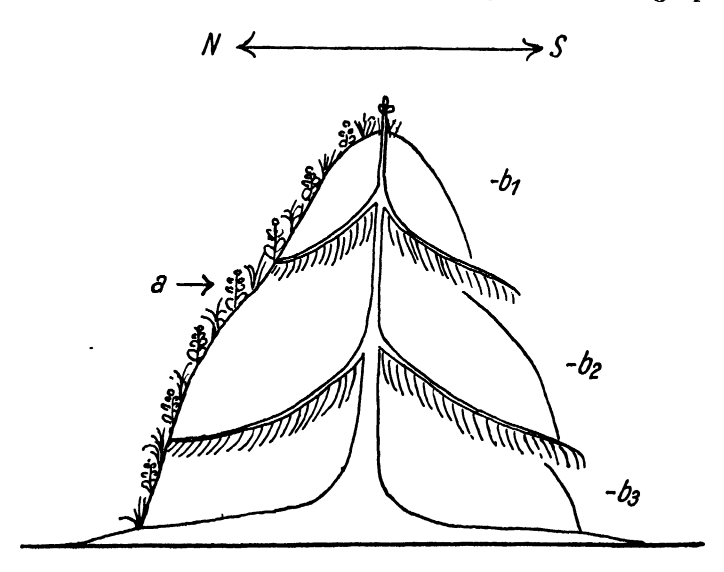


Abb. 6. Skizze eines in eine Fichte eingebauten Etagennestes von *F. rufa rufo-pratensis major* nach einem Nest in Kiestinki: a) Die mit *Ledum palustre* und *Vaccinum uliginosum* bewachsene Nordseite. b) (1—3). Drei nach Süden gerichtete Etagen aus vegetabilischem Nestmaterial

getragen, so daß die Haufen oft ganz hell leuchteten. Auch zernagte Rentierflechte fand ich in einigen Nestern viel verwendet.

Im Inneren der Nestkegel findet man feineres, schon zernagtes Nestmaterial. Auch die Harzstückchen im Innern sind zerfallen oder zernagt.

Ich prüfte auch die Frage, ob die Nester immer im Anschluß an einen Strunk (Stubben) entstanden sind, oder ob auch andere Möglichkeiten für eine Nestanlage vorhanden sind. Das Strunknest ist auch im Urwald häufig aber nicht der alleinige Nesttyp. Nesthaufen können auch in Anlehnung an andere Holzteile, nicht nur in Anlehnung an einen Baumstrunk entstehen. Mehrere alte Nester und ein Zweignest beobachtete ich, die in Anlehnung an ein von *Camponotus* nicht mehr bewohntes Nest in einer Kiefer entstanden waren (Abb. 7). Zwei-

mal konnte ich auch beobachten, wie die *major* von solchen alten *Camponotus*-Kiefern Besitz ergriffen und zunächst in den basalen Teilen des Nestbaumes vegetabilisches Nestmaterial anhäuften. Ich fand aber auch Nester, bei denen nur ein Stamm die Anlehnung für das Nest [1]) gab, oder auch nur abgelegtes Holzgerät, Stangen usw. diese Anlehnung bildeten. Auf die Nester, die in Wacholderstauden oder kleinen Fichten ihre Stütze finden, habe ich schon hingewiesen.

Recht charakteristisch ist die Neigung der Neuanbaufläche nach Süden, um die günstigste Sonnenbestrahlung zu bekommen. Besonders augenfällig war dies im Mai und Juni, wenn sich die Neuanbaufläche noch besonders klar gegen das Altnest absetzte. Bei meinen Wanderungen im Urwald hat mir dieser Hilfskompaß gute Dienste geleistet.



Abb. 7. Zweignest von *F. rufa rufo-pratensis major* in Anlehnung an ein verlassenes *Camponotus*-Nest entstanden

Die Orientierung der Haufen nach Süden war so leicht zu erkennen, daß auch die Mannschaften meiner Kompanie darauf als ein wichtiges Orientierungshilfsmittel hingewiesen wurden.

Zweignester

GÖSSWALD schreibt 1941 über *Formica rufo-pratensis major:* „Die Kolonien dieser Art sind monodom oder in einige Nester, etwa bis 20, aufgeteilt. Der Zusammenhang zwischen den Nestern ist jedoch vielfach nur ein lockerer.“ Diese Feststellungen treffen auch für die *rufo-pratensis* des von mir untersuchten Gebietes zu. Das Urwaldgebiet ist

---

[1]) Die Lage der Nester an einer Stammbasis kann man als typisch bezeichnen. Häufig ist aber daneben noch ein Stubben, oder ein morscher Ast, oder ähnliches im Haufen festzustellen.

reich an Ameisenhaufen. Wo es die ökologischen Verhältnisse erlauben, finden sich überall Waldameisenhaufen. Um mein Lager zwischen Kiestinki und Jeletyjärvi traf ich auf höchstens 100 m im Umkreis immer auf einen Ameisenhaufen. Durchschnittlich war die Besiedlung sogar viel dichter, und man sucht im Umkreis von 30—40 m um einen Nesthaufen selten vergeblich nach dem Nachbarnest. Der Zusammenhang zwischen den Nestern ist aber, wenn überhaupt vorhanden, sehr locker. Man kann auch schwer feststellen, wo die Grenzen der Kolonien verlaufen, da sich verhältnismäßig dichte Haufenfolge über große Gebiete erstreckt. Auch mögen sich die Jagdgebiete einzelner Kolonien überschneiden. Es ist auch möglich, daß es dabei zu einer gegenseitigen Duldung geruchsfremder Ameisen kommt, wenn nicht gerade ein Streitobjekt Anlaß zu einem Kriege ist. Ich konnte nur einmal klar die Grenze zwischen zwei Kolonien feststellen. Am 23. Juli 1942 beobachtete ich, wie auf einer Ameisenstraße, die von Süden her über ein 100 m breites Moor führte, zahlreiche erlegte ☿☿ der nördlichen Kolonien in den südlichen Koloniebezirk eingeschleppt wurden. Zum Teil zeigten die mitgeschleppten Ameisen noch schwache Lebenszeichen. In diesem Falle bildete das Moor die klare Grenze der Jagdbezirke.

Eine Verbindung zwischen benachbarten großen Nestern konnte ich nicht feststellen. Verbindungsstraßen habe ich nur zu einigen kleinen, infolge menschlicher Störung angelegten Zweignestern gesehen.

Der Moorwald, die Besonnungsverhältnisse und überhaupt das ganze Klima verlangen große Haufen. Eine Spaltung der Nester tritt erst dann ein, wenn ein entsprechender ☿☿-Zuwachs es erlaubt, entsprechend große, lebensfähige Zweignester zu bilden. Nach der Teilung lebt dann jedes Nest sein Eigenleben und nur die Tatsache, daß sich die ☿☿ der verschiedenen Haufen vertragen, weist auf die gemeinsame Abstammung hin.

Zweignester scheinen bei normalen Verhältnissen erst Ende Juli oder im August angelegt zu werden. Wenigstens sah ich erst um diese Zeit einige sich sehr rasch entwickelnde Zweignester neben großen Nestern entstehen. Um diese Zeit ist in den Haufen der Hauptzuwachs an ☿☿ aus der neuen Brut aus dem Kokon gezogen. Welche ☿☿ aber nun den Anlaß geben abzuwandern, konnte ich nicht entscheiden. Vermutlich unterliegt auch bei der *major* die Stockteilung bestimmten Gesetzen wie bei der Biene.

Die Verhältnisse ändern sich, wenn menschliche Einflüsse sich geltend machen. Ich konnte feststellen, daß Störung der Nesthaufen die Ameisen veranlaßt, vorzeitig kleine Zweignester anzulegen. Ich konnte dies auf finnischem Gebiet entlang der Straße bei Hyrinsalmi beobachten, wo die Ameisenhaufen durch Puppensammler gestört werden, und dann auch im sowjetkarelischen Gebiet, wo durch Kriegseinflüsse viele Haufen mehr oder minder schwere Störungen erlitten. Immer hatten diese Störungen die Bildung kleiner Zweignester im Ge-

folge. Dabei war auffällig, daß das alte gestörte Nest nicht verlassen wurde, sondern besiedelt blieb. Ich sah Nester unmittelbar neben Granateinschlägen. Sie hatten sehr schwere Zerstörungen erlitten und waren doch wieder aufgebaut worden (Abb. 8). Ein Nest war vollkommen ausgebrannt. Am Rande der Brandstellen bauten die Ameisen zwei neue kleine Nesthäufchen. Nur in einem der beobachteten gestörten Nester kam es zu einer vorübergehenden Abwanderung. Aber auch dieses Nest war bei einem späteren Besuch wieder besiedelt. Diese Nesttreue eines Teiles der Bewohnerinnen ist eine wichtige Feststellung bei Beurteilung des Schadens, den die Puppensammler unseren Waldameisenkolonien zufügen. Trotzdem also das alte Nest besiedelt bleibt, oder wieder aufgebaut wird, führt die Störung der Ameisennester zur Anlage von Zweignestern, die aber dann nicht organische Ableger eines großen Ameisenvolkes darstellen, sondern als den Staat schwächende, oft nicht lebensfähige Ableger zu betrachten sind. Solch kleine Ablegerchen beobachtete ich nie im ungestörten Urwald. Sie waren aber eine regelmäßige Begleiterscheinung bei gestörten Nestern. Ein näher untersuchter Platz bei Kiestinki hatte sieben größere Nesthaufen. Fünf davon zeigten deutliche Spuren von Störungen. Alle 5 Nester hatten kleine Zweignester angelegt. Die Anlage eines Zweignestes in unserem Zeltlager konnte ich genau beobachten. Durch einen Granateinschlag war ein Nest weitgehend zerstört und in wesentlich kleinerer Form wieder aufgebaut worden. Am 23. Juni 1942 begann die Anlage eines Zweignestes in einem alten, dicht mit Moos und Preißelbeere bewachsenen Baumstrunk. An der Auswanderung beteiligten sich fast ausschließlich die großen ☿☿, während die kleinen ziemlich aufgeregt im

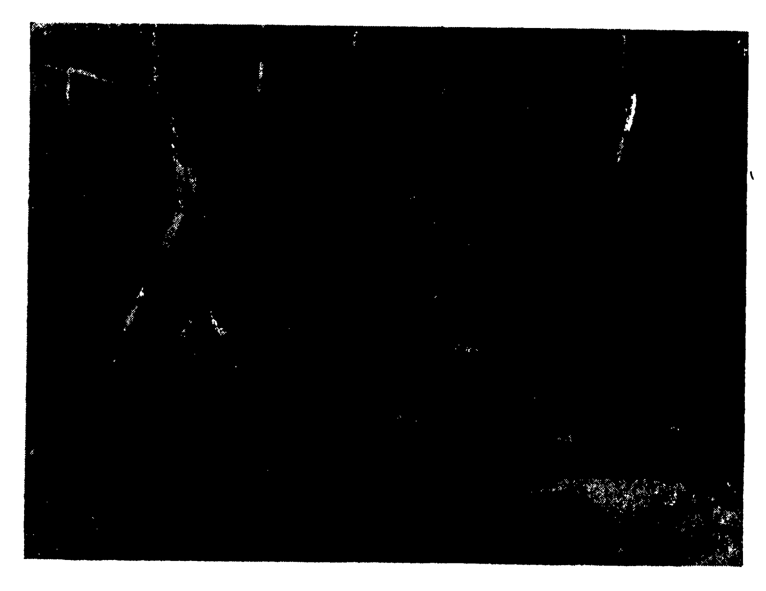


Abb. 8. Nest von *F. rufa rufo-pratensis major* durch Granattreffer zerstört und dann wieder aufgebaut. — Kiestinki-Nord, Juli 1942

Stammnest herumliefen. Der Anmarschweg betrug 20 m und war bis 30 cm breit. Die Ameisen haben sich gegenseitig getragen; außerdem wurde Nestmaterial und Jagdbeute eingetragen. Die Umwanderung dauerte 3 Tage. Dann war kaum mehr Betrieb auf der Straße. Große und kleine ☿☿ waren in beiden Nestern. Schon am ersten Tage wuchs das Nestmaterial am neuen Nest an, und zwar an der Kuppe der Moosdecke und an der Südseite. Auch Nagestücke aus dem Holzstrunk waren dabei.

Obwohl es sich hier um die Teilung eines ausgesprochen kleinen Nestes handelte, blieben weiterhin doch beide Nester selbständig, ohne deutlichen Verkehr zwischen den Haufen.

Diese kleinen Zweignester sind natürlich oft nicht lebensfähig, selbst wenn sie eine Weisel erhalten. Es besteht die Gefahr des Ausfrierens und des Ersaufens in der Schlammperiode. Bei Hyrinsalmi habe ich bei einem gestörten Nest drei besiedelte und zwei offenbar ausgewinterte Zweignester gefunden.

Ameisenstraßen

Ameisenstraßen habe ich oft untersucht. Nach Gösswald sind sie als biologisches Unterscheidungsmerkmal verwertbar. *Formica rufa rufa* hat keine deutlichen oder nur kurze Straßen. *Formica rufa pratensis* hat ausgeprägte, tief rinnenförmige und sogar überdachte schmale Straßen. Die von Nest zu Nest führenden Straßen der *Formica rufa rufo-pratensis minor* sind sehr breit, 1 m und darüber, die der *major* aber meist schmal bis etwa 20 cm. Alle beobachteten Ameisenstraßen entsprechen dem für die *major* angegebenen Typ; sie sind bis 20 cm breit. Die bei der Entstehung des Zweignestes geschilderte Umzugsstraße war die breiteste, die ich sah. Sie hatte als größte Breite auf eine kurze Strecke 30 cm. Straßen zwischen den Nestern sah ich nur bei den erwähnten kleinen Ablegern. Die Straßen führten zu Aphidenbäumen oder über besonderes nasse Stellen ins Jagdgebiet, wo sie sich dann im Gelände verloren.

Koloniengründung

Formica rufo-pratensis major gehört zu den Arten mit abhängiger Koloniengründung. Als Hilfsameise im nordostkarelischen Urwald kommt die *Formica fusca picea* in Frage. Ich fand diese Ameise überall vertreten, wenn sie auch nirgends sehr häufig ist. Als Moorameise hat sie ja ein günstiges Verbreitungsgebiet. Ich fand einige wenige Nester unter Steinen in trockenen Gebieten. Die meisten Nester waren in morschem Holz, in Ästen und Strünken. Auch in vermodernden alten *Camponotus*-Bäumen fand ich *picea*. Wiederholt fand ich *picea* in verlassenen *exsecta*-Nestern, und einmal in einem vermoorten *major*-Haufen. Die Ameise ist sehr scheu und ängstlich. Wenn man ein Nest aufdeckt, hat man Mühe, einige Belegstücke zu fangen, weil alles zur Flucht drängt. *Picea* scheint mir viel furchtsamer zu sein als *gagates*. Trotz

ihrer Ängstlichkeit traf ich sie schmarotzend an Blattlausweiden von *rufo-pratensis*. Gemischte Kolonien von *rufo-pratensis major* und *picea* fand ich nicht.

Eine wesentlich größere Bedeutung als die abhängige Koloniengründung scheint mir gerade in den unberührten Urwaldgebieten die Zweigkoloniengründung zu haben. Auch GÖSSWALD schreibt über die „*major*“ 1941: „Für *Formica rufa rufo-pratensis major* gilt wohl vor allem die bisher allgemein aufgestellte Annahme, daß sich die Kolonien durch Bildung von Zweignestern vermehren, die sich allmählich selbständig machen nach Aufnahme einer Königin der eigenen Stammkolonie.“

Neben diesem Modus ist es aber auch möglich, daß kleinere Zweignester ohne eigene Weisel eine solche aufnehmen, wenn ein auf Koloniengründung befindliches junges ♀ sich Aufnahme verschaffen kann. Ich habe einen solchen Versuch im Formicar durchgeführt. Am 25. Juni 1942 fand ich an verschiedenen Stellen des Gebietes zwischen Kiestinki und Jeletyjärvi und am Jeletyjärvi entflügelte ♀ von *F. rufo-prat. major*. Es war ein warmer und schwüler Tag. Schon am 22. Juni 1942 hatte ich vormittags ein halbentflügeltes ♀ gefangen und als Belegstück fixiert. Von den am 25. Juni 1942 gefangenen ♀♀ gab ich ein ♀ zu einigen ☿☿ in ein Einmachglas mit Nestmaterial. Das ♀ wurde sehr bald angegriffen, kam aber immer wieder frei. Untertags hielt sich das ♀ abseits oder lief aufgeregt im Glase umher. Gegen Abend, als es kühler wurde, suchte das Tier im Glas herum und tastete alle Höhlen aus. Am 27. Juni 1942 morgens war dies ♀ adoptiert und in einer der Nesthöhlen. Auch als ich weitere ☿☿ der Stammkolonie der ☿☿ zugab, kam es zu keiner Feindseligkeit mehr. Die anfänglichen Angriffe zeigen, daß das ♀ aus einem fremden Nest stammte. Die rasche Annahme läßt den Schluß zu, daß die ♀♀ auch im Freien leicht adoptiert werden. Die Anlage von kleinen weisellosen Zweignestern bei starker Störung von Nestern kann die Aufnahme junger ♀♀ nach dem Hochzeitsflug begünstigen. Das soll aber keineswegs bedeuten, daß ich die Anlage solcher unorganischer Ableger als Vorteil für die Ausbreitung der Waldameise betrachten möchte. Die Neugründung solch kleiner Nester mit eigener Weisel ist den gleichen Gefahren ausgesetzt wie jede Neugründung eines Staates durch junge ♀♀. Nur die organsiche Teilung großer Nesthaufen gewährleistet sofort ein starkes lebensfähiges Nest von der Gründung an.

Ernährung

Die Waldameisen sind omnivor. Sie nützen jede sich ihnen bietende Nahrungsquelle aus. Sie sind ebenso sehr Aphidenpfleger wie Raubinsekten und verwerten auch sonst sich bietende Nahrungsquellen. Die Basis der Ernährung ist die Aphidenpflege, auf die die Waldameise auch bei reichlicher Fleischnahrung nicht verzichtet. Auch im Urwald fand ich das überall bestätigt. Über die Frage, ob die Ameise dadurch

schädlich wird, ist ja schon viel geschrieben worden. Ein merkbarer Schaden tritt nach allgemeiner Ansicht der Forscher jedenfalls nicht ein. Nach meiner Ansicht ist die Aphidenpflege im Gegenteil indirekt für die forstschützlerische Arbeit der *Rufa* von einer nicht zu unterschätzenden Bedeutung. Die Suche nach den Aphidenniederlassungen veranlaßt die ☿☿, alle Bäume des Wohngebietes immer wieder bis in die letzten Gipfel zu untersuchen. Auf diese Weise werden Fraßschädlinge raschest entdeckt und können bekämpft werden, solange sie für die Jäger noch gut faßbar sind. Gerade die Wächter der Aphidenweiden sind recht hitzig und kampfbereit, und wenn der Staat auf eine Beute aufmerksam und darauf eingestellt ist, dann tritt geradezu eine Spezialisierung auf das Beutetier ein. Ich erinnere hier an Wasmanns *Dinarda*-Versuch bei Sanguinea. Auch selbst habe ich viele ähnliche Beobachtungen im Formicarium gemacht. Man findet bei Naturbeobachtern sehr häufig eine völlig irreführende Ansicht über die jägerische Betätigung der Waldameisen. Man vermenschlicht unbewußt gerne den Begriff der Jagd und unterschiebt den Ameisen eine Art von Waidgerechtigkeit oder Sport in ihrer Jagdausübung. Ich will bei einem menschlichen Vergleich bleiben: Man unterstellt der Waldameise eine jagdliche Einstellung wie sie beispielsweise ein Massaikrieger auf der Löwenjagd zeigt. Das ist natürlich grundfalsch. Es ist ein Unterschied, ob ich eine Waldameise beobachte, die ihr Nest oder eine Lausweide verteidigt oder eine Ameise auf einer Ameisenstraße oder eine freijagende Ameise. Die Nestverteidigerin greift alles an. Sie verbeißt sich am gefährlichsten Raubinsekt ebenso wie am störenden Menschen. Auch die Wache einer Blattlausweide wehrt jede Annäherung, auch des Menschen, ab. Der Wehrwille ist aber hier schon nicht mehr einheitlich. Während einige, die Wachen, in Abwehrstellung bei den Weiden bleiben, lassen sich andere, wohl die Melker, sofort abfallen. Die Ameise auf einer Ameisenstraße ist weniger agressiv. Wenn man aber z. B. große Insekten, Raupen oder Käfer auf die Straße legt, dann werden sie angegriffen; aber meist gelingt es diesen Tieren, das gefährliche Gebiet durch ihre überlegene Muskelkraft zu verlassen; dann werden sie nicht weiter verfolgt und bekämpft. Die freijagende Waldameise weiß sehr wohl einzuschätzen, was sie erlegen kann und was für sie unsinnige Vergeudung von Kräften und aussichtsloses Beginnen wäre. Der muskelstarke, schnelle, starkgepanzerte Käferriese kreuzt unangegriffen den Weg. Das gleiche beobachtete ich an großen Raupen, die auf dem Wege zur Verpuppung mit einzelnen Ameisen zusammenstießen. Die gelegentlichen Reaktionen der Ameisen waren als Abwehr, nicht aber als Angriff oder Jagd aufzufassen. Wenn die Waldameise aber eine Beute als „jagdbar“ erkennt, oder gar darauf eingestellt ist, dann ist sie eine äußerst geschickte und ausdauernde Jägerin. Ich beobachtete wie sich vor einer Waldameise eine kleine Fliege niederließ. Die Jägerin erstarrte förmlich, wie ein vorstehender Hühnerhund und näherte sich in kleinen pirschenden Schrittchen der ahnungslosen Beute auf

etwa 1½ cm. Dann kam ein überraschendes, sprungartiges Vorschnellen mit geöffneten Kiefern und die getötete Fliege wurde umgehend ins Nest getragen. Unsere Landser haben die Gründlichkeit, mit der die Ameisen ein als ertragreich erkanntes Jagdrevier absuchen, bei sonst fehlenden Entlausungsmöglichkeiten zur Entlausung verwertet. Ich erhielt von verschiedenen Truppenärzten die Mitteilung, daß dies Verfahren ganz erfolgreich gewesen sei. Aus Hemden, die an die Haufen gelegt wurden, wurde die letzte Laus und auch die Nisse, soweit sie greifbar lagen, in weniger Stunden herausgeholt.

Für die Vernichtung der forstschädlichen Insekten durch Waldameisen ist es wichtig, daß die befallenen Stellen rechtzeitig von den Ameisen gefunden werden. Dann werden die Schädlinge auch weitestgehend vernichtet. Das Absuchen der Bäume nach Aphiden läßt die Ameisen rechtzeitig eine gute Nahrungsquelle bei dem Auftreten von Schadinsekten erkennen.

Lausweiden traf ich an allen möglichen Bäumen und Sträuchern. Rindenaphiden an Fichten, Aphiden an Salweiden und Birken werden in gleicher Weise besucht. Gerade an Birkenstämmen ist meist besonders lebhafter Ameisenverkehr. Auch Birkensaft wird gerne genommen. An Schnittflächen gefällter Birken und an Wunden schußverletzter Birken und an sonstigen Rindenschäden der Birken drängten sich die Waldameisen Tag und Nacht.

Polymorphismus

Ich habe bei den beobachteten karelischen *Formica rufo-prat. major* keine so wesentlichen Abweichungen gefunden, daß man sie morphologisch von der deutschen Rasse absondern könnte. Der Polymorphismus ist nicht in allen Nestern gleich. Größere Abweichungen findet man oft in der Färbung des ersten Gastersegmentes. In manchen Nestern haben namentlich die großen ☿☿ eine leuchtende rote Scheibe am ersten Gastersegment, bei anderen ist nur am Ansatz des Petiolus eine kleine, meist doppelte rote Flammung zu sehen, die bei den kleineren ☿☿ meist fehlt.

Eine eingehende morphologische Untersuchung meines Materials war mir im Felde nicht möglich. Ich habe das Material GÖSSWALD übersandt.

Der Polymorphismus ist ausgeprägt. Die kleinsten ☿☿ findet man in den Brutkammern. Dies fiel besonders auf, wenn ich zum Sammeln von Belegstücken eine Handvoll Material, Brut und Arbeiterinnen aus Brutkammern in einer Blechdose mit ins Lager nahm und dort nach Äthernarkose aussuchte und konservierte. Man hätte dann meinen können, die Tiere stammten von einer ausnehmend kleinen Form der Waldameise. Wenn das Material von der Nestoberfläche stammte, war es das umgekehrte Verhältnis: Kleine ☿☿ waren nur wenige darunter. Ich verweise auf die Bemerkung, daß der Umzug bei Anlage der Zweigkolonie von großen ☿☿ durchgeführt wurde. An Blattlausweiden fand ich sowohl große wie kleine ☿☿. Nur die Kleinstformen fehlten. Sie

fand ich bisher nur im Nest. Auf Ameisenstraßen bewegen sich vorwiegend die größeren ☿☿, da die Baumaterialienträger und Jäger überwiegen und auch die Aphidenhonigträger zum großen Teil den großen ☿☿ angehören.

Die kleinen und kleinsten ☿☿ gehen vor allem aus den im Spätsommer schlüpfenden Puppen hervor. Ende August fand ich fast nur noch ganz kleine Puppenkokons in den Nesthaufen.

Das Ameisenjahr im ostkarelischen Urwald ist kurz. Richtiges Leben auf den Haufen und den Ameisenstraßen herrschte erst Ende Mai. Wenn auch die Bautätigkeit auf den Haufen schon Anfang Mai nach der Schneeschmelze anfing, so wurde sie doch durch erneute Schneefälle, vieltägige Regenzeit und kaltes Wetter wieder ganz unterbrochen.

Man möchte nun annehmen, daß dafür in den Hauptwochen des Ameisenlebens Tag und Nacht Betrieb herrsche, da ja auch die Nächte taghell sind. Das ist aber nicht der Fall. Selbst um die Zeit der Mittsommernacht war nur bis etwa 21 Uhr regeres Leben. Die Nacht über bewegten sich nur wenige ☿☿ auf dem Haufen und die Straßen waren volkleer. Die Nächte sind eben trotz der Tageshelle kühl. Auch der geschilderte Umzug war in den Nachtstunden eingestellt. An Lausweiden, an den Blutungsstellen der Birken waren Tag und Nacht Ameisen. Dies ist aber auch in unseren dunklen Nächten in Deutschland so.

Ende August war der Betrieb auf den Haufen schon recht träge und die Ameisenstraßen waren kaum begangen. An kalten und windigen Tagen sah man keine Waldameisen. Anfang Oktober blieben die Ameisen auch an den wenigen sonnigen Tagen, die noch eine ziemliche Wärme während der Mittagsstunden zeigten, in den tiefen Schichten ihres Nestes.

Gäste

Nach Gästen zu suchen hatte ich nicht genügend Zeit. Mit dem nach Hause gebrachten Material habe ich keine Gäste mitgebracht. *Cetonia*-Larven fand ich einige Male.

Sehr häufig scheint *Formicoxenus nitidulus* zu sein. Ich fand sie, ohne danach gesucht zu haben, in verschiedenen Haufen.

Feinde

Die Feststellung der natürlichen Feinde der roten Waldameisen ist bei Beobachtungen im Urwald besonders wichtig, da hier der Hauptfeind Mensch viel weniger in Erscheinung tritt und sich wertvolle Rückschlüsse darauf ziehen lassen, wie sehr der Mensch im Kulturwald fördernd oder hemmend auf die Waldameisen einwirkt.

Clytra quadripunctata fand ich nicht. Einen Schaden durch Spechte an den Ameisenhaufen habe ich auch nicht feststellen können, obwohl es viele Spechte im Urwald gibt [1]). Die Behauptung, daß die

[1]) Vor allem sah ich viele Schwarzspechte.

Ameisen in ursprünglichen Verhältnissen das „Aufpulvern" durch die Spechte brauchten und daß die „Ameiseneier"-Sammler nur zum Vorteil der Ameisen diese Arbeit der Spechte übernommen hätten (vgl. FELDKIRCHNER 1942), besteht zu Unrecht. Ich habe schon berichtet, daß die Störung der Nester zur Anlage kleiner Zweignester führt, die selbst wenn sie lebensfähig bleiben, keine größere Bedeutung als Hilfe gegen Schadinsekten haben können. Die großen alten Haufen des Urwaldes aber zeigen keineswegs Zerfalls- oder Degenerationserscheinungen, die sie doch zeigen müßten, wenn die „aufpulvernde" Tätigkeit der Puppensammler fehlt. Man findet sehr selten ausgestorbene oder verödete Haufen im Urwald und wenn solche vorhanden sind, dann in Gebieten, in denen sich durch eine Veränderung in den ökologischen Verhältnissen die Lebensbedingungen für die Ameisen ungünstig gestaltet haben.

Meine Beobachtungen zeigten aber weiter, daß es nicht beweiskräftig ist, wenn die Puppensammler angeben, daß sie die Haufen nicht zerstörten und die Ameisen nach mehrmaliger jährlicher Plünderung jahrelang lebensfähig bleiben. Es ist dies eine Folge der großen Nesttreue eines Teiles der Ameisen, die auch sehr schwer geschädigte Nesthaufen immer wieder aufbauen.

Die Erkenntnis, daß das Sammeln von Ameisenpuppen, auch das sogenannte „sachgemäße" Sammeln, der Waldameise und ihrer Ausbreitung abträglich ist, wird von allen Ameisenforschern bestätigt werden und diese Erkenntnis werden sich mehr und mehr die deutschen Waldbesitzer und unsere Forstleute zunutze machen. Die Rücksichten gegen einzelne Puppensammler und Vogelhalter müssen gegenüber den das Volksganze angehenden Interessen des Waldes zurückstehen. Wenn es gelungen ist, den deutschen Wald wieder mit genügend Waldameisen zu besiedeln, dann wird es auch möglich sein, in geeigneten Waldgebieten, wenn nötig durch künstliche Nahrungshilfen, Puppenzuchtgebiete zu schaffen und den Puppenüberschuß Liebhaberzwecken zuzuführen.

Zusammenfassung

1. Die Waldameise des ostkarelischen Urwaldes ist die *Formica rufa rufo-pratensis major*. Sie besiedelt die mäßig dichten Bestände des ganzen Gebietes ziemlich dicht, sobald ihr nur die ökologischen Verhältnisse Lebensmöglichkeit geben.
2. Die Nesthaufen haben als Charakteristikum einen ziemlich hohen Pflanzengürtel. Die Nester gehen im Gegensatz zu den Nestern des deutschen Kulturwaldes nur wenig tief in den Boden. Der basale, bewachsene Nestteil, der recht beachtliche Ausmaße haben kann, ersetzt den unterirdischen Nestteil. Die Neuanbaufläche der vegetabilischen Nestkuppe ist nach Süden geneigt.
3. Die Nester sind im Anschluß an Holzteile aufgeführt. Bevorzugt werden Baumstrünke (Stubben). Als weitere Nestgrundlagen

werden verlassene *Camponotus*-Bäume, Baumstämme und andere Holzteile verwendet. Auch Wacholder und kleine Fichten dienen als Nestanlehnung; die Haufen werden dann in das Gezweig hineingebaut. Die meisten Nester liegen an der Basis eines Baumstammes.

4. Die wesentlichste Art der Ausbreitung der *major* im Urwaldgebiet ist die Bildung von Zweignestern, die später nur noch in lockerem Zusammenhang stehen. Nach einem Formicarversuch ist zu schließen, daß junge ♀♀ in kleinen Zweigkolonien leicht aufgenommen werden können. Als Hilfsameise für die abhängige Koloniengründung kommt die *Formica fusca picea* in Frage.
5. Die beobachteten Ameisenstraßen sind für *rufo-pratensis major* typisch.
6. Es wird näher über die Art des Jagens und die Ernährung der Waldameisen berichtet.
7. Der Polymorphismus ist ausgeprägt. Die kleinsten ☿☿ findet man in den Brutkammern.
8. Stärkere Störungen des Nesthaufens führen zu vorzeitiger Zweignestbildung. Das Sammeln von „Ameiseneiern" ist eine schwere Schädigung der so nützlichen Ameisenvölker. Das Stammnest bleibt auch nach starker Störung besiedelt.

Formica exsecta

Stitz gibt als Verbreitung der *exsecta* an, daß sie nördlich bis Lappland geht. Im ausgesprochenen Urwaltgebiet fand ich diese Ameise nicht. Wohl aber fand ich sie häufig an Moorrändern, in und um Kiestinki, am Top-See und auf der Kiestinki gegenüberliegenden Top-See-Insel.

Der Boden ist hier steinig: Überall ist Krüppelwald. Im Wald sind große Lücken mit nur wenig Unterholz. Die Besonnung ist also eine wesentlich stärkere als im Urwaldgebiet. Die Haufen der *exsecta* fallen durch ihr feineres Nestmaterial auf. Besonders beliebtes Nestmaterial waren trockene Preißelbeerblätter. Die Kolonien sind volkreich; die Ameisen verteidigen ihr Nest hitzig. Vielfach findet man mehrere Nester in unmittelbarer Nachbarschaft und oft findet man frisch verlassene Nester. Das weist darauf hin, daß die Ameise zu Nestwechsel und Zweignestbildung neigt. Verlassene Nester werden anscheinend gerne von *fusca-picea* bezogen. Mehrere der beobachteten Nester erscheinen auch als Winternester ungeeignet. So vor allem die Nester, die sich auf spärlich bewachsenen Findlingen erheben. Diese sind im Sommer warm, im Winter aber würden sie ausfrieren. Wahrscheinlich wechselt *exsecta* ähnlich wie *sanguinea* zwischen Sommer- und Winternest.

Teil II

Camponotus herculeanus herculeanus

Camponotus herculeanus herculeanus ist neben der *Formica rufa rufo-pratensis major* die verbreitetste Ameise des nordkarelischen Urwaldes. Nach Stitz geht das Verbreitungsgebiet dieser Ameise bis nach Lappland. Sie geht also viel weiter nach Norden als ihre nahe Verwandte, die *ligniperdus.* Ich hatte bei meinen Ameisenstudien in Deutschland nicht oft Gelegenheit, mich mit *herculeanus* zu beschäftigen, da in den Gegenden, in denen ich myrmecologisch arbeitete, vorwiegend *ligniperdus* heimisch ist. Inwieweit die beiden Variationen sich biologisch schärfer unterscheiden, bedarf noch genauer Klärung. In den von mir untersuchten Gebieten war *ligniperdus* fast ausschließlich Erdbewohnerin oder Bewohnerin von Wurzelstöcken. Nur vereinzelt fand ich Roßameisenbäume, deren genaue Untersuchung mir aber nie gelang, da ich ja nicht, wie im karelischen Urwald, die Möglichkeit hatte, mich interessierende Bäume fällen zu lassen. *Herculeanus* ist ausgesprochene Holzbewohnerin.

Eidmann hatte 1926 seine Beobachtungen über Roßameisen publiziert. Er spricht aber allgemein von Roßameisen, also von *ligniperdus* und *herculeanus.* Über die Schädlichkeit äußert er sich folgendermaßen: „Eine nennenswerte wirtschaftliche Bedeutung erlangt die Roßameise bei uns nicht. Meist ist sie gleichgültig und tritt nur selten in erhöhtem Maße in Erscheinung. Nützlich ist sie nicht, kann aber durch ihren Nestbau schädlich werden. . . . .“

Prell weist darauf hin, daß Roßameisen durch Triebschnitt schädlich werden können.

Eidmann berichtet in der schon zitierten Arbeit weiter: „Trotz allem dürfte die Roßameise bei uns wohl niemals zu Bekämpfungsmaßnahmen größeren Stiles Anlaß geben, sind doch die Schäden eigentlich immer vereinzelt und im Gesamtforstbetrieb weniger auffallend.“

Nach den Äußerungen Eidmanns war es für mich sehr überraschend, in der *herculeanus* in Nordkarelien einen so ausgesprochenen Holzschädling des Urwaldgebietes kennen zu lernen.

In Hyrinsalmi sind mir *Camponotus*-Bäume nicht in der Zahl aufgefallen, daß ich eine besonders große Verbreitung der Ameise hätte annehmen können. Erst zwischen Kusamo und Kiestinki auf sowjetkarelischem Gebiet fiel mir dann die große Zahl der *Camponotus*-Bäume auf. Ich habe auf dem Vormarsch an Rastplätzen immer die Umgebung abgesucht. Die zahlreichen Windbrüche mit *Camponotus*-Nestern und die alten Strünke, die noch die Struktur der Nester erkennen ließen, waren sehr auffällig (Abb. 9). Durch den Straßenbau unserer Truppen waren viele Bäume gefällt worden und die Zahl der Stümpfe, die noch erkennen ließen, daß die Bäume *Camponotus*-Nester enthalten hatten, war erstaunlich groß. Die gleiche Beobachtung machte ich am Schari-See und am Top-See. Dort fielen mir auch im versinterten

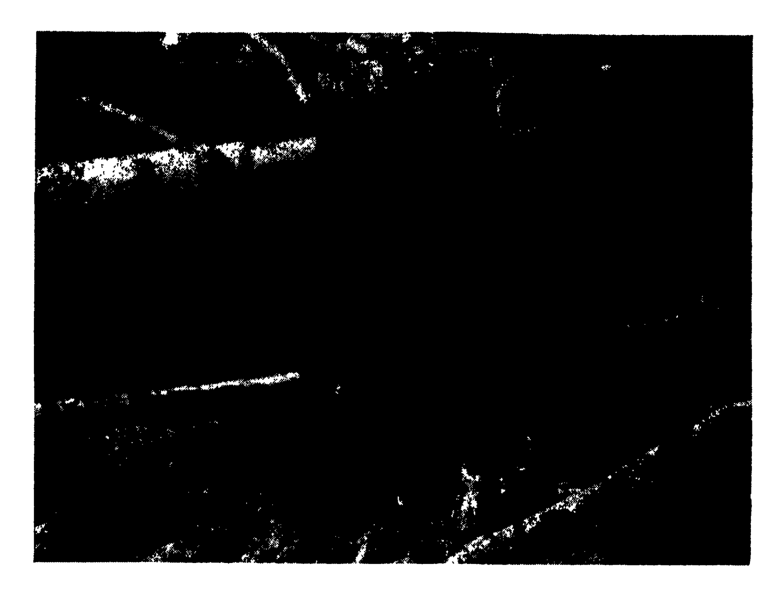


Abb 9. Windbruch, Strunk mit altem nicht mehr bewohntem *Camponotus*-Nest. Die Randpartien rechts zeigen Anlehnung an die Jahresringe. Die Mittelteile zeigen wabige Kammeranlage. — Gegend am Schari-See.

Schwemmholz die vielen alten Stämme mit deutlicher Neststruktur auf. Genauer konnte ich die *herculeanus* dann nördlich von Kiestinki studieren, wo es mir ein zehnwöchiger Aufenthalt am selben Platze möglich machte, ein örtlich begrenztes Gebiet genauer zu studieren. Die genauen Untersuchungen bestätigten meine vorherigen Beobachtungen. Die Zahl der *Camponotus*-Bäume war sehr groß. Am stärksten betroffen sind die Kiefern, etwas weniger die Fichten und am wenigsten die Birken.

An den Ameisenföhren fiel mir auf, daß es durchweg Bäume mit Rillen waren. Ich habe die Entstehung dieser Rillen anfangs auf die Ameisen zurückgeführt, da zunächst jeder Rillenbaum, den ich untersuchte, ein Roßameisennest enthielt. Erst genauere Untersuchungen zeigten, daß die Rillenbildung nicht eine Folge des Roßameisenbefalles ist, sondern daß nur durch die Rillen die Besiedlung des Baumes durch die Roßameisen wesentlich begünstigt wird. Die Rillenbildung bei Kiefern bedarf daher einer näheren Betrachtung.

Die Rillenbildung ist eine Reaktion des Baumes auf eine Schädigung seiner Rinde, die ihn in jüngeren Lebensjahren trifft. Je jünger der Baum ist, um so leichter wird der Schaden ausgeheilt. Nach der Schädigung der Rinde setzen sich die Jahresringe nicht mehr ringförmig fort, sondern wulsten sich auf die geschädigte Stelle hin ein. Dies geht so lange weiter, bis sich die Rinde an den Wulsten fest berührt und die geschädigte Stelle abschließt. Dann wächst unter Einschluß eines Rindensequesters der Baum wieder ringförmig weiter. Die Skizze

(Abb. 10) zeigt folgenden Fall. Die Schädigung traf den Baum mit 11 Jahren. 20 Jahresringe wulsten sich mehr und mehr vorspringend auf die Schadstelle zu ein. Dann ist der Schaden überdeckt und der

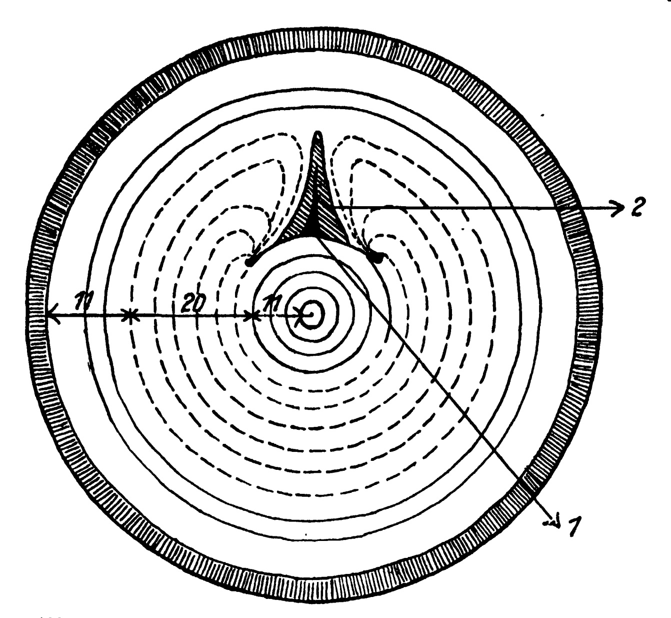


Abb. 10. Querschnitt durch 11 cm starke Kiefer mit ausgeheilter Rinde. 1. Überwachsener Rillenspalt. 2. Ausgeheilter Rindensequestre. Die Zahlen zwischen den Jahresringen geben die Zahl der tatsächlich im bezeichneten Abschnitt vorhandenen Jahresringe an

Baum hat über dem eingeschlossenen Rindensequester weitere 19 Jahresringe ringförmig angesetzt. Der Durchmesser der Scheibe war 11 cm.



Abb. 11. Der Baum war von der Rille aus angreifbar. — Kiestinki-Nord. Juli 1942

Bei stärkeren Bäumen schieben sich die eingewulsteten Jahresringe keilartig in die Grenzschicht des Kerns hinein, als ob der Kern ausgeschuht werden sollte. Nach entsprechend langer Zeit kommt es aber auch hier oft zum allmählichen Schluß des Spaltes und die Rille ist nur als schmale Vertiefung in der Rinde zu sehen (Abb. 11). Ganz rund werden die älteren Bäume aber nicht mehr, sie müßten dazu ja auch ein geradezu methusalemisches Alter erreichen. Messen der Quer-

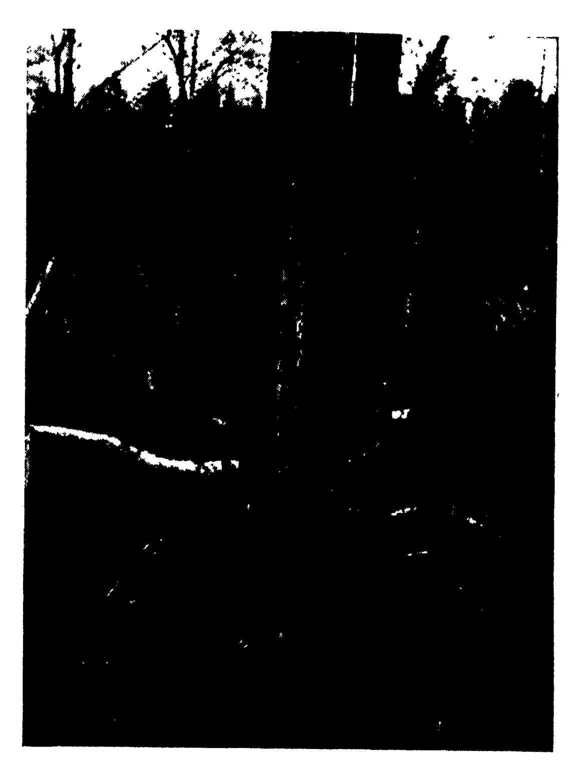


Abb. 12. Starke *Camponotus*-Kiefer mit basalem Spechteinschlag. Kiestinki-Nord, Juli 1942

schnitte in etwa 50 cm bis 1 m Stammhöhe und Zählen der Jahresringe zeigte, daß die erwähnte, zur geschlossenen Rillenbildung führende Rindenschädigung dort den Baum etwa bis zu einem Alter von 30 Jahren betreffen kann. Die Kerne solcher Rillenkiefern messen 7 cm bis höchstens 10 cm [1]).

Trifft die Schädigung den Baum in höherem Alter, dann kommt es zu keiner Berührung der Rillenwulste mehr und es bleibt eine offene

[1]) Ich nehme an, daß die zur Rillenbildung führende Rindenschädigung ein Frostschaden ist. An höheren Teilen des Baumes führen analoge Bildungen zur Gipfeldürre oder zum Absterben von Ästen. Rillen entstehen in deutschen Wäldern durch Schälen des Rotwildes, das aber in Korelien nicht vorkommt.

Rille mit bloßliegendem Holz in der Rille. Die Rinde wulstet sich an den Seiten ziemlich tief ein.

Bei Rillen an der Baumbasis ist die Rille dann breitbasig und nach oben spitz zulaufend. Es schiebt sich oft von obenher Rinde über die Rille, ohne sie aber ganz bedecken zu können (Abb. 12, 13, 14)[1])

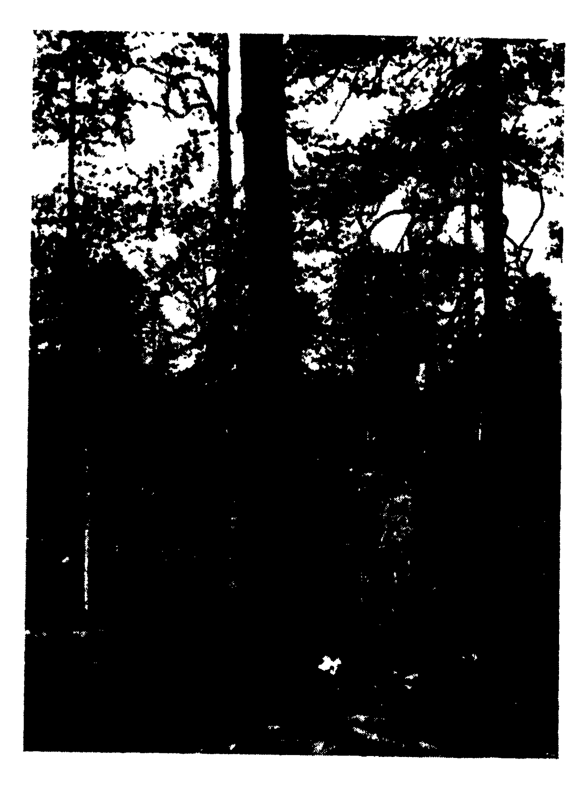


Abb. 13. *Camponotus*-Föhre mit 2 großen Rillen. Die basale zeigt Rille-Verkohlung. Das *Camponotus*-Nest geht etwa 5 m in die Höhe. Im August 1942 wurde das Einwandern von *Formica rufa rufo-pratensis major* in die Basis des verlassenen *Camponotus*-Nestes beobachtet

Die beschriebenen verschiedenen Formen der Rillen geben für die *Camponotus* die Eintrittspforte in den Baum. Es erhellt aus dem Gesagten auch, warum *Camponotus* nur in älteren Kiefern mit einem Stammdurchmesser von 25—30 cm angefangen zu finden war. Erst bei Bäumen dieses Durchmessers ergeben die Rillen die günstigen Eintrittswege ins Kernholz oder in sonst a n g r e i f b a r e Teile des Stammholzes.

---

[1]) Es war auffällig, daß so viele Rillen, die nicht geschlossen waren, Verkohlungen zeigten. Ob es sich um alte Waldbrandspuren oder um eine Folge einer chemischen Veränderung des Harzüberzuges handelte, konnte ich nicht entscheiden. Ich nehme letzteres an.

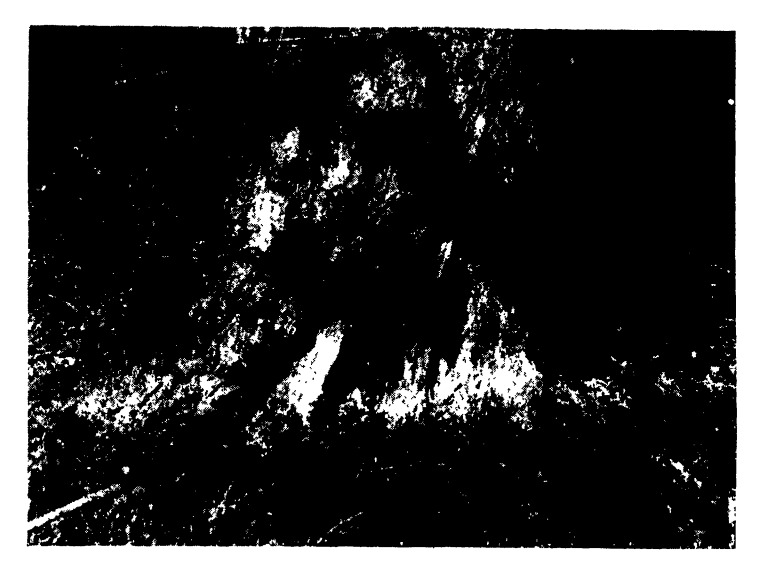


Abb. 14. Alte *Camponotus*-Föhre mit basaler Rille, Verkohlung an der Rille sichtbar. — Kiestinki-Nord, Juni 1942

Bei Fichten fand ich Rillen seltener (vgl. Abb. 15). Während aber *Camponotus*-Kiefern immer Rillenbäume waren, fand ich wiederholt Fichten ohne Rillen mit *Camponotus*-Nestern. Der Befall der Fichten



Abb. 15.
Alte *Camdouotus*-Fichte

durch *Camponotus* ist im beobachteten Gebiet geringer als der Befall der Kiefern, auch wenn man das prozentual geringere Vorkommen der Fichte einrechnet.

Die schwächste Fichte mit einem *Camponotus*-Nest hatte in 1 m Stammeshöhe 20 cm Durchmesser.

In Birken fand ich nur äußerst selten einmal ein *Camponotus*-Nest und die, welche ich fand, enthielten keine Ameisen mehr. Es ist ja schon in der Literatur darauf hingewiesen, daß Laubhölzer seltener *Camponotus*-Nester beherbergen als Nadelhölzer. Bei der Birke ließen sich einige Gründe ermitteln, warum sie wenig befallen wird.



Abb. 16. Etwa 30 cm starke Birke mit Rillenbildung. — Kiestinki-Nord, Straße der Gebirgsjäger

Camponotus herculeanus befällt die Bäume erst, wenn sie eine gewisse Stammdicke erreicht haben. Gesunde, kräftige Birken haben etwa einen Durchmesser um 17 cm. Knorrige alte Birken von 30 cm Durchmesser fallen im untersuchten Gebiet so sehr aus dem Durchschnitt, wie etwa Kiefern mit einem Durchmesser von 70 cm. Birken haben oft Rillen (Abb. 16). Das bloßliegende Stammholz zerfällt aber leicht faulig. Auch die wenigen Nester, die ich in Birken fand, fielen dadurch auf, daß in der Umgebung der ausgenagten Nestteile große nasse Faulstellen im Holz waren. Alte knorrige Birken haben fast immer große nasse Faulstellen und erscheinen ungeeignet als Ameisenwohnsitze.

Ich kann für die Häufigkeit der von *Camponotus* befallenen Bäume keine Prozentzahlen angeben. Sie hätten auch nur den Wert, meinen persönlichen Eindruck wiederzugeben. Es müßten Zählungen in einem großen Gebiet vorgenommen werden und jeder Baum müßte genauestens untersucht werden. Ich muß mich mit der Feststellung begnügen, daß

Camponotus herculeanus im nordostkarelischen Urwald sehr häufig und ein Holzschädling ersten Ranges ist. Sie ist die Fällerin der nordischen Urwaldriesen, die durch den Nestbau der Ameise dem Windbruch anheimfallen. Die Holzfäller meiner Kompanie berichteten mir einheitlich, daß es schwer sei, für die Blockhäuser starke Stämme zu finden, da diese fast durchweg Ameisenbäume und daher innen hohl seien.

Ich habe in der Nähe unseres Lagers nördlich Kiestinki in einem Quadrat von 50 m alle Bäume fällen lassen, soweit sie nicht von vornherein einen eindeutigen Befund ergaben. Im angeführten Quadrat lagen zwei alte Windbruchkiefern, die deutlich als alte *Camponotus*-Bäume erkennbar waren. Eine große Fichte von 45 cm Durchmesser in 1 m Höhe hatte eine breite Rille mit so morscher Wand, daß unschwer ein großes *Camponotus*-Nest freigelegt werden konnte. Der Baum war nicht mehr verwertbar.

In der Umgebung dieser Fichte wurden zwei weitere Fichten mit Roßameisennestern gefällt. Die eine hatte einen Durchmesser von 32 cm und zeigte mehrere Spechteinschläge. Das Nest reichte von der Stammbasis bis etwa 1,50 m Stammhöhe. Der Baum hatte keine Rille. Die andere Fichte hatte nur 20 cm Durchmesser und eine basale Rille, sowie mehrere Spechteinschläge an der Basis. Auch dieses Nest reichte etwa 1,50 m in die Höhe. Im selben Quadrat waren noch zwei *Camponotus*-Kiefern: 1. Durchmesser 50 cm, Nesthöhe von der Basis bis 2 m Stammhöhe, breite Rille. 2. Durchmesser 40 cm, kleines Nest in 1 m Stammhöhe, geschlossene Rille, Holzentwertung gering. Eine noch vorhandene Kiefer mit 40 cm Durchmesser war gesund. Alle anderen Bäume maßen unter 20 cm Durchmesser, die Birken etwa 12—17 cm. Es waren also in dem kleinen Gebiet von den 5 stärksten Nadelbäumen 4 Bäume von *Camponotus* befallen und außerdem hatte noch ein fünfter, schwächerer Baum, ein *Camponotus*-Nest.

Ich kann also sagen, daß *Camponotus herculeanus* im nordostkarelischen Urwald als Holzschädling ersten Ranges auftritt. Die Nester finden sich vorwiegend in Kiefern, etwas seltener in Fichten, selten in Birken. Befallen werden vor allem ältere gesunde Bäume, die durch Rillen eine Eintrittspforte bieten.

Den Nestbau der Roßameisen schildert Escherich (1909): „Gewöhnlich werden dieselben so angelegt, daß ausgedehnte vertikal verlaufende Hohlräume, entsprechend mehreren Jahresringen ausgenagt werden, so daß die Hohlräume konzentrisch angeordnet sind. Die vertikalen Kammern gehen aber nicht von oben bis unten ununterbrochen durch, sondern werden durch horizontale Böden in verschiedene Etagen geteilt."

Eidmann bestätigt diese Beobachtung in seiner *Camponotus*-Arbeit 1928 im wesentlichen. Er schreibt u. a.: „Man hat den Eindruck, daß an den zentralen Jahresringen begonnen wird, um erst später, mit zunehmender Größe der Kolonie, auf die mehr peripheren Partien überzugreifen." Dies deckt sich auch mit meinen Beobachtungen. Bevor-

zugt wird von den Ameisen der Kern des Nestbaumes angegriffen. Bei der Zernagung des Kernes ist aber hier keine Anlehnung an die Jahresringe festzustellen, sondern der Kern wird kreuz und quer zernagt

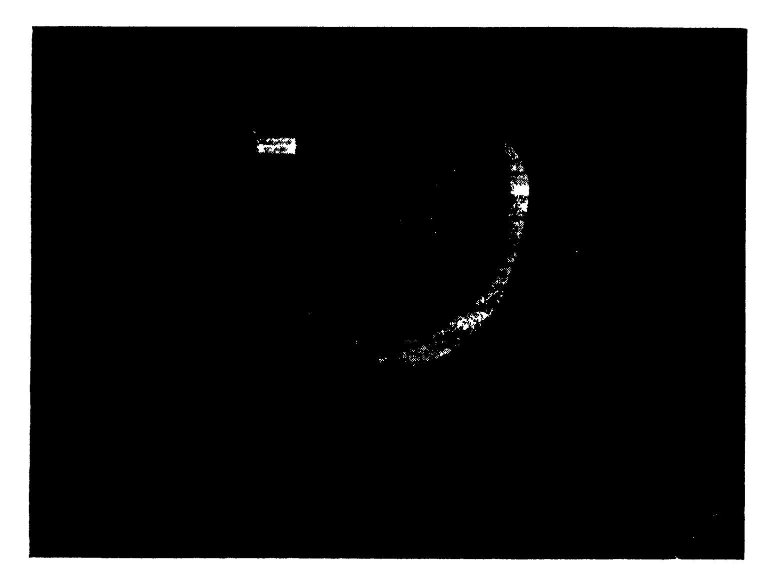


Abb. 17. *Camponotus*-Kiefer mit kleinem Nest. Der Kern ist ohne Anlehnung an die Jahresringe zernagt. — Kiestinki-Nord. Juli, 1912

(Abb. 17). Mehrere Nester fand ich aber auch, die einen randständigen Beginn im Anschluß an die Rille zeigten, wenn dort morscheres Holz oder natürliche Spaltbildung die Nagearbeit begünstigten.

Wenn das Nest über das Kernholz hinauswächst, dann ist eine Anlehnung an die Jahresringe festzustellen (Abb. 18). Diese Anlehnung ist aber nie so deutlich, wie in dem von Eidmann beschriebenen und abgebildeten Nest. Der Grund für diesen Unterschied liegt nach meiner Ansicht darin, daß das Holz hier viel langsamer wächst als in Deutschland und die Jahresringe enger sind und das Holz härter ist.

Eidmann schreibt: „Die Ameisen nagen ihr Nest in den Stamm und beginnen mit dieser Arbeit meist an der Stammbasis, um dann nach oben fortzuschreiten. . . . . .“ Diese Beobachtung trifft für das untersuchte Gebiet nicht zu. Nester mit basalem Beginn sind zwar nicht selten, aber nicht die Regel. Die Ameisen dringen dort in den Baum ein, wo sich ein günstiger Angriffspunkt bietet, wo also die Rille liegt. Die Erweiterung des Nestes geht dann sowohl nach oben wie nach unten. In die obere Stammhälfte erstreckten sich allerdings nur sehr große Nester, so daß anzunehmen ist, daß der Nestursprung immer in der unteren Stammhälfte liegt.

An vielen gefällten Bäumen mit alten *Camponotus*-Nestern machte ich die Beobachtung, daß die Ameisenkiefern an der Basis nur Kernfäule zeigen und keine Nestkammern haben. Etwas höher kommt man

dann auf eine Ansammlung von Nagespänen in den Spalten und erst darüber ist dann das eigentliche Nest.

Bei kleineren Nestern dehnt sich das Nest nach oben und nach unten ziemlich gleichmäßig aus. Die letzten Nestteile nach beiden Seiten sind gerade Stollen, gerade für eine Ameise durchgängig. Im unteren Nestteil ist dies oft weniger klar festzustellen, da die Stollen hier häufig in Faulteile des Holzes gehen und sich nicht immer so klar darstellen lassen [1]).

Eidmann erwähnt, daß *Camponotus*-Bäume äußerlich gesund erscheinen, da am Baume die lebenswichtigen Außenschichten erhalten bleiben. Eidmann fährt fort: „Auch die Nestöffnungen sind meist klein und liegen versteckt und lassen nicht immer einen Rückschluß auf den Urheber zu.“ Diese Beobachtungen kann ich bestätigen. Sehr oft waren Spechteinschläge ein Hinweis auf einen Nestbaum. Der Ansicht, daß durch die Spechteinschläge der Schaden vergrößert wird, kann ich nicht zustimmen, da der Spechteinschlag ja in einer Höhe ist, in der der Stamm ohnedies durch den Nageschaden entwertet ist.

Mehrmals erkannte ich *Camponotus*-Bäume erst, nachdem sie gefällt waren. Bei anderen Nestern wiederum waren die Nestöffnungen groß und deutlich. Immer lagen sie in der Rille. Wenn die Rillen breit und ohne Rindenüberzug waren, dann fanden sich oft mehrere große Fenster als Nestöffnungen in der Rille.



Abb. 18. Querschnitt durch *Camponotus*-Kiefer mit randständigem Nest. Anlehnung an die Jahresringe ist deutlich; es sind aber auch ausgesparte Querkammern erkennbar. Kiestinki-Nord, Juli 1942

[1]) Leider konnte ich über die Beziehungen von *Camponotus* zu den verschiedenen Holzfäulen keine Untersuchungen machen, doch scheint mir dies für die weitere Bearbeitung von *Camponotus* recht wichtig.



Abb. 19. *Camponotus*-Kiefer gespalten. Es sind aus Nagsel gebildete Querböden im mittleren Nestteil klar zu sehen. In den Randpartien kann man auch die massiven Querböden erkennen

Nicht bestätigen konnte ich die Beobachtung Eidmanns, daß sich Nestbäume durch herausgeschafftes Nagsel verraten. Nur bei wenigen, durch Artillerietreffer angeschlagenen Nestbäumen habe ich gesehen, daß Ameisen Nagsel, Holzspäne und Leichen herausschafften. Wie schon erwähnt, wird viel Nagsel in den basalen Nestteilen abgelagert. In einem alten Nestbaum, der unten weitgehend ausgehöhlt war, war das Nagsel bis in eine Höhe von $^3/_4$ m angehäuft. Das Nagsel bildet aber auch den Baustoff für Querböden des Nestes. Ein Teil der Querböden besteht aus ausgespartem Holz (Abb. 19). Bei Fichtennestern verschwinden diese Querböden in den zentralen Nestteilen mehr und mehr, da hier die Zwischenwände allmählich ganz dünne Lamellen sind, zwischen denen nur noch die Hornäste die Verbindung halten. Die Querböden werden dann durch Nagsel gebildet, das manchmal richtig verfilzt und ziemlich fest und widerstandsfähig ist. Bei Nestern in der Kiefer bleibt die wabige Struktur in den zentralen Nestteilen meist besser erhalten, aber auch hier wird ein Teil der Querböden durch Nagsel gebildet. Die Nagselquerböden sind nicht immer leicht feststellbar, da sie beim Fällen der Nestbäume leicht zerstört werden. Sehr gut beobachten konnte ich sie an einer starken gefällten *Camponotus*-Kiefer und an einer Fichte, die in der Rille so stark angenagt war, daß ich das Nest leicht angehen konnte.

Es ist also nach meinen Beobachtungen nicht so, wie Eidmann auf S. 234/235 seiner Arbeit angibt, daß das Fehlen horizontaler Böden ein Charakteristikum und der wichtigste Unterschied der Nester im lebenden Holz gegenüber Nestern im toten Holz sei. Es sind vielmehr auch

in Nestern in lebenden Bäumen sowohl massive Querböden vorhanden, wie auch solche aus Nagsel. Die ESCHERICHsche Schilderung gilt also ohne die Einschränkung EIDMANNS und erfordert nur den Zusatz, daß Querböden auch durch Nagsel eingebaut werden.

EIDMANN weist darauf hin, daß die Ameisennester unter Umständen den Baum bis zu 10 m Höhe aushöhlen sollen. Hier fand ich Nester bis zu einer Ausdehnung von 5 m. Meist waren die Nester nur 1,50—2,50 m groß. Da die Nester aber, wie gesagt, durchaus nicht nur in den basalen Stammteilen zu treffen sind, sondern ebenso häufig auch in höheren Stammteilen liegen, kann auch ein kleines Nest einen ganzen Stamm als Werkholz unbrauchbar machen. Die basal liegenden Nester zeigen stärkere Fäule als das Holz höher am Stamm liegender Nester.

Bewohnt wird meist nur ein verhältnismäßig kleiner Teil des Nestes auch bei großen Kolonien. Jedenfalls wechseln die Ameisen je nach Witterung und Jahreszeit innerhalb des Nestbaumes die „Wohnräume".

Merkwürdig ist, wie *herculeanus* Spechteinschläge, Spalträume usw. abdichtet. Ich habe mehrere solche Stellen untersucht. Eine oft mehrere Zentimeter starke Randschicht ist aus ziemlich langfaserigem Material gebildet. Diese Randschicht wirkt geflechtartig. Danach erst kommt eine wechselnd hohe Schicht aus feinem Nagsel, die weniger widerstandsfähig ist. Ich vermute, daß das langfaserige Baumaterial den Faulstellen des Baumes entnommen ist (*Formidopsis*-Fäule?).

Ich habe im Urwald *herculeanus* fast nur im lebenden Holz getroffen. Ganz selten einmal zeigte sich ein Windbruchbaum oder ein abgestorbener Baum noch bewohnt. Meist überlebt ja der Baum den Ameisenstaat. Wenn allerdings der Baum eingeht, dann bleiben die Ameisen doch in ihrem Nest auch im toten Baum. In einem starken Brett z. B., das aus einem *Camponotus*-Baum geschnitten war, hielt ich noch wochenlang eine *herculeanus*-Kolonie.

Bei Kiestinki, am Ufer des Top-See, waren die ökologischen Verhältnisse anders. Es fehlten, wie ich schon bei Besprechung der Waldameisen erwähnte, die großen alten Bäume. Hier fand ich ein starkes *herculeanus*-Nest in einem alten, dicken vermorschten Kiefernast, der am Boden lag. Auch ein kleines Nest, bestehend aus einer ♀ und einer ☿, fand ich dort in modernder Holzerde unter einem Stein.

Die Roßameisen sind heimlich lebende Tiere. Dies gilt vor allem für die Angehörigen kleiner Staaten. Ich hatte viele Wochen einen *Camponotus*-Baum vor meinem Zelt in Beobachtung. Nur selten einmal sah ich an warmen Tagen den Kopf einer Wache in einer Nestöffnung oder sah eine Ameise den Stamm entlang huschen. Trotz der starken Besiedlung Ostkareliens mit *Camponotus herculeanus* sieht man nur verhältnismäßig selten ☿☿ dieser Ameise im Walde laufen. Nur in der näheren Umgebung einer starken Kolonie ist gelegentlich lebhafterer Verkehr zwischen dem Nest und den Aphidenweiden. Bei starken Kolonien wird das Nest auch gegen den menschlichen Störenfried ver-

teidigt, wenn man auch keine Vergleiche zu der Nestverteidigung der *rufo-pratensis* ziehen darf.

Die Hauptnahrung der *herculeanus* ist der Aphidenhonig. In der Nähe größerer Kolonien fand ich immer Aphidenweiden mit pflegenden ☿☿. Über Triebverbiß konnte ich keine Beobachtungen machen. Als Jägerin habe ich *herculeanus* nie beobachtet.

Ein sehr hohes Lebensalter ist für die Kolonien nicht anzunehmen. Die Staaten sind in der Regel monogyn. Sie sterben also nach Verlust der Weisel aus. Man findet tatsächlich viel mehr *Camponotus*-Bäume mit deutlich ausgebauten Nestern, die aber keine Ameisen mehr enthalten, als lebende Kolonien. Dies ist auch durchaus erklärlich. Die lebenswichtigen Randschichten des Baumes bleiben ja am längsten erhalten. *Camponotus* tötet den Baum nicht. Sie entwertet ihn nur wirtschaftlich und macht ihn anfällig für Windbruch, vor allem in Verbindung mit *Formidopsis*-Fäule.

Beobachtungen über die Brut

EIDMANN hat die Behaarung der Larven untersucht und festgestellt, daß die Larven lange Hafthaare haben. Er erwägt die Möglichkeit, daß Larven mit diesen Haaren an den vertikalen Nestwänden aufgehängt werden könnten. Das Fehlen querer Nestböden in dem von ihm näher beschriebenen Baumnest legt diese Annahme nahe. Ich habe schon geschildert, daß die von mir untersuchten Nestbäume in Ostkarelien alle Querböden hatten. Auf diesen ist die Brut gelagert. Außerdem fand ich Brut noch dicht zusammengestopft in den kleinen Nischen und Stufen, die ins Holz genagt waren, sowie in den Fenstern der Längswände. Die Hafthaare der Larven dienten hier dazu, die Brutballen zusammenzuhalten. In einem Nest fiel mir auf, daß zwischen den Kokons einzelne Larven waren, die möglicherweise dazu dienten, mehrere Kokons zusammenzuhalten. An den Wänden aufgehängte Larven fand ich im Freien nicht. Wohl aber habe ich im Formicar solche Beobachtungen gemacht. Es wurden im Formicar wiederholt Larven aufgehängt. Ich beobachtete sogar, daß eine ganze Gruppe von Larven an der Decke der kleinen Brutkammer aufgehängt wurde. Die EIDMANNsche Vermutung konnte also im Formicarversuch bestätigt werden, wenn sie auch bei der Art der von mir beobachteten Freilandnester nicht die große Bedeutung hat, wie EIDMANN vermutet.

Über die Entwicklung der Brut machte ich folgende Feststellungen: Bei Untersuchung einer *Camponotus*-Fichte am 28. Juli 1942 und 30. Juli 1942 fand ich nur wenige große, fast fertige Larven und eine große Menge von Kokons. Am 6. August 1942 fand ich in angeschlagenen Kammern einer Ameisenkiefer nur wenige Kokons, aber viele junge ☿☿ und eine große Menge etwa 3,5 mm langer Larven. Diese Larven wachsen nach Formicarbeobachtung nicht mehr weiter, sondern überwintern.

Geschlechtstiere

Forels und Eidmanns Beobachtungen ergaben, daß die Geschlechtstiere im Sommer, vielleicht schon vor dem Schwärmen der vorigen Generation, schlüpfen. Sie überwintern im Nest und schwärmen im nächsten Sommer. Umherlaufende junge entflügelte ♀♀ fand ich recht viele in der Zeit vom 23. Juni 1942 bis 2. Juli 1942. Am zahlreichsten waren sie am 25. Juni 1942 zu sehen. An diesem Tag fing ich auch ein noch geflügeltes ♀. Am 30. Juli 1942 schlug ich ein *Camponotus*-Nest in einer Fichte oberflächlich an. In der eröffneten Kammer fand ich ein geflügeltes ♀, also schon ein Tier der neuen Generation. Am 3. September 1942 fand ich bei Kiestinki in einem Nest zahlreiche geflügelte Geschlechtstiere.

Koloniengründung

Die Koloniengründung der *Camponotus ligniperdus* ist von Eidmann untersucht und publiziert worden. Es ist nicht anzunehmen, daß *herculeanus* wesentliche Abweichungen hinsichtlich der Entwicklungszeiten zeigen wird. Nicht entschieden ist die Frage, ob das junge ♀ schon den endgültigen Nestbaum bezieht, oder ob erst die junge Kolonie in einen Baum einwandert, nachdem das ♀ in einem anderen Versteck seine Kolonie gegründet hat. Nach meiner Ansicht läßt sich diese Frage nicht grundsätzlich beantworten, denn es werden beide Möglichkeiten vorkommen. Im Urwaldgebiet sind Bodenverstecke ungeeignet, da es im dichten Unterwuchs meist zu kalt und sumpfig ist, um dort eine Koloniengründung zu ermöglichen. Dagegen finden sich in den Rillen der älteren Bäume recht gute Verstecke, die das ♀ ohne viel Mühe zu einer Kammer abdichten kann. Ich fand die jungen ♀♀ nicht nur am Boden umherlaufen, sondern auch bis zu einer Höhe von 2 m an den Stämmen herumsuchen. Auch daraus ist zu schließen, daß sie sich Verstecke am Baum suchen. Eine Nagearbeit am Baum leistet das junge ♀ aber nicht. Ein am 29. Mai 1942 gefangenes junges ♀ gab ich in ein Einmachglas und band es an einen Stamm. Das Tier verkroch sich in den Rindennischen ohne irgendwie zu nagen. Andere gab ich in ein abgeteiltes Holzformicar aus Knospenmaser der Weide. Sie nagten nie, sondern zupften nur Watte aus dem Verschluß, um sich einen abgeschlossenen Kessel damit zu bauen. Die Arbeiterinnen meiner Formicarkolonie nagten hingegen recht stark.

Junge Weibchen im Kessel habe ich nicht gefunden, wohl aber eine ganz junge Kolonie, bestehend aus der ♀ und einer winzigen ☿ in einem geräumigen Kessel unter einem Stein im Holzmulm (Umgebung von Kiestinki). Dieser Fund beweist, daß junge *herculeanus*-♀♀ auch außerhalb von Nestbäumen an geeigneten Plätzen ihre Kessel anlegen.

Über meine Koloniengründungsversuche und Formicarbeobachtungen werde ich in einer anderen Arbeit berichten.

Verhältnis zur Waldameise

Die Tatsache, daß die *herculeanus* neben der *rufa rufo-pratensis major* die häufigste Ameise des nordostkarelischen Urwaldes ist, beweist, daß die Waldameise nicht in der Lage ist, die Roßameise kurz zu halten. Die heimliche Lebensweise der *herculeanus* läßt es kaum zu kriegerischen Auseinandersetzungen kommen. Anderseits ist sie doch so wehrhaft, daß sie ihr Nest ausreichend verteidigen kann. Es fehlt auch für die Waldameisen jeder Anlaß die Nestbäume anzugreifen. Wenn man *rufa*-Nester in Anlehnung an *Camponotus*-Bäume findet, dann sind diese nicht als eroberte Nestbäume aufzufassen, sondern die *rufa* sind in das Nest einer ausgestorbenen Kolonie eingewandert.

Ich habe nie *rufo-pratensis* an bewohnten *Camponotus*-Bäumen beobachtet. Ich habe wiederholt *Camponotus*-Bäume mit lebhaftem *rufa*-Verkehr angeschlagen. Es zeigte sich, daß sie nicht mehr von *Camponotus* bewohnt waren.

Junge ♀♀ werden nur selten das Opfer von *rufa* sein, denn sie sind so stark, daß sie sich einzelner Angreifer leicht erwehren können.

Feinde

Die Hauptfeinde der Roßameise sind die Spechte, vor allem der Schwarzspecht, der ganz gewaltige Einschläge an Roßameisenbäumen macht. Als weiteren recht wichtigen Feind habe ich einen Entoparasiten gefunden, vermutlich die Larve einer Schlupfwespe. Ich habe diesen Parasiten bei zwei jungen ♀♀ festgestellt. Am 29. Juni 1942 setzte ich ein am 28. Juni 1942 gefangenes junges ♀ in eine Bakalitschachtel mit Torferde. Das Tier war frisch und lebhaft und fiel durch nichts gegenüber anderen jungen ♀♀ auf. Nach mehreren Stunden wurde es apathisch, stand mit gebogenem Körper und gesenktem Kopf bewegungslos in der Schachtel. Auf Berühren oder Bespritzen mit Wasser wurde es für ganz kurze Zeit wieder lebhaft. Am 30. Juni 1942 war das Tier tot. Nach einiger Zeit kamen aus einem Gasterintersegmentale etwa 30 kleine weiße Larven heraus. Leider verlor ich dies Versuchskästchen auf einer der „erschütternden" Knüppeldammfahrten, so daß ich nur einige Belegstücke in Alkohol habe.

Am 4. Juli 1942 gab ich eines meiner jungen *herculeanus*-♀ in eine Kammer eines Holzformicars. Das Tier fiel dadurch auf, daß es sich nicht wie die anderen ♀♀ aus Watte einen Kessel baute. Im übrigen aber schien es frisch und gesund zu sein. Am 5. Juli 1942 abends war das Tier tot. Am 6. Juli 1942 fiel mir eine starke postmortale Schwellung der Gaster auf. Das proximale Intersegmentale trat weiß hervor. Am 7. Juli war dies noch deutlicher. Man erkannte im Intersegmentale 20 sich bewegende Larven als kleine Kreise. Die Parasiten standen also alle mit der Kopfseite nach oben. Am 8. Juli 1942 um 17 Uhr zeigte sich im zweiten Intersegmentale eine Larve und wölbte die Haut stark hervor, brach aber nicht durch. Ich feuchtete nun das tote ♀ an. Am 9. Juli 1942 um 17 Uhr verließen die Larven das tote

♀. Es waren 30 Larven. Sie blieben zunächst in einer Ecke beisammen. Als ich das Nest stärker befeuchtete, wurden sie sehr lebhaft. Leider entkamen mir alle Larven, da sie sich durch die Watteabdichtungen durchzwängten und verschwanden. Die Larven waren bei mittlerer Streckung 2,5 mm lang und 0,9 mm dick. Sie bewegten sich lebhaft. Dabei streckten sie das spitze Kopfende suchend vor, hafteten sich damit an und krochen raupenartig auf Scheinfüßchen mit dem übrigen Körper nach. Das kolbig verdickte Hinterteil untersetzten sie dabei wie Raupen. Leider war es mir nicht möglich, Imagines zu erhalten, die die Bestimmung des Parasiten ermöglicht hätten.

Zusammenfassung

1. *Camponotus herculeanus herculeanus* ist im nordostkarelischen Urwald sehr häufig und tritt dort als Holzschädling ersten Ranges auf.
2. Die Ameise nistet in gesunden Bäumen höheren Alters. Bevorzugt werden Kiefern, in zweiter Linie Fichten. Am wenigsten befallen werden Birken. Nester in totem Holz sind selten.
3. Die Nestbäume, vor allem die Kiefern, bieten durch Rillenbildung, die näher beschrieben wird, günstige Eintrittspforten.
4. Die Nester haben oft sehr versteckte Eingänge, oft auch deutliche Fenster in den Rillen.
5. Im Gegensatz zu Eidmanns Beobachtungen sind Querböden in den Nestern vorhanden. Sie sind sowohl durch Aussparungen im Stammholz, wie auch aus Nagsel gebildet. Daneben sind eingenagte Nischen und Stufen vorhanden.
6. Die Nester liegen nicht bevorzugt basal, sondern liegen auch in höheren Stammteilen. Sie gehen auch nicht unter den Stamm in den Boden. Die Nestmitte der beobachteten Bäume ist aber in der unteren Stammhälfte. Die untersten Teile des Nestes zeigen nur einzelne vorgetriebene Stollen. Auf die faulen Basisteile folgt eine mit Nagsel angefüllte, unter Umständen sehr hohe Schicht, die den Ameisen als Winterquartier zu dienen scheint. Dann erst folgt das eigentliche Nest, das nach oben wieder in einzelnen röhrenartigen Stollen endigt.
7. Das Nagsel wird meist nicht vor die Nestbäume geworfen, sondern in den basalen Nestteilen abgelagert. Es wird zum Bau von Querböden und zur Abdichtung von Spechteinschlägen, Sprüngen usw. verwendet. Bei diesen Abdichtungen sind zwei Schichten zu unterscheiden: eine langfaserige, geflechtartige Außenschicht und eine aus gewöhnlichem Nagsel bestehende Innenschicht.
8. Die Anlehnung der Nestkammern an die Jahresringe ist nicht so deutlich wie in dem von Eidmann beschriebenen Nest. Sie fehlt vor allem im Kernholz, ist aber auch in den Randpartien nur ungefähr gewahrt. Die Ursache liegt vermutlich in den sehr engen Jahresringen des langsamwüchsigen Holzes.

9. Die dichte Besiedlung des Gebietes mit *Formica rufo-pratensis major* hat keinen Einfluß auf *Camp. hercul.*
10. Die *herculeanus* ernährt sich vorwiegend von Aphidenhonig.
11. Die Geschlechtstiere überwintern und schwärmen Ende Juni des nächsten Jahres.
12. Die von EIDMANN beschriebenen Hafthaare der Larven dienen zum Zusammenhalten der Brut. Durch Formicarbeobachtung konnte aber auch die Vermutung EIDMANNS bestätigt werden, daß Larven an den Nestwänden mittels der langen Hafthaare aufgehängt werden können.
13. Die Nester sind oft im Verhältnis zur Zahl der Ameisen sehr groß. Es wird nicht das ganze Nest bewohnt, sondern die Ameisen wechseln die Wohnräume.
14. Feinde sind in erster Linie Spechte. Auch wurden entoparasitische Larven, vermutlich einer Schlupfwespe, in den Gasten junger ♀♀ gefunden.

V. Schrifttum

ECKSTEIN, K., 1937, Die Nester der Waldameisen *Formica rufa* L., *Formica truncicola* Nyl. und *Formica exsecta* (Nyl.) For. Mitt. Forstwirtsch. und Forstwiss. **8**, 635—685.

ESCHERICH, K., 1917, Die Ameise. Braunschweig, Vieweg & Sohn.

— — 1942, Die Forstinsekten Mitteleuropas. 5. Bd. Berlin, Paul Parey.

FELDKIRCHNER, F., 1942, An unsere deutschen Waldbesitzer und Förstereien. Ornitholog. Schulungsbr., 1942, Wien.

GÖSSWALD, K., 1942, Rassenstudien an der roten Waldameise *Formica rufa* L. auf systematischer, ökologischer und biologischer Grundlage. Z. f. angew. Entom. **28**, 62—124.

— — 1942, Art- und Rassenunterschiede bei der roten Waldameise. Naturschutz **23**, 109—115.

EIDMANN, H., 1928, Zur Kenntnis der Biologie der Roßameise (*Camponotus herculeanus* L.). Z. f. angew. Entom. 229—253.

PRELL, H., 1924, Roßameisen als Eichentriebschneider. Forstl. Wochenschrift Silva **26**, S. 1—2.

STITZ, 1939, Die Tierwelt Deutschlands. 37. Teil. Ameisen. Jena.

Weitere Mitteilungen über die Ameisenfauna Nordostkareliens:

3. Zur Biologie der Formica-Arten

Von

KARL HÖLLDOBLER, Ochsenfurt

Mit 4 Abbildungen

Abgeschlossen am 6. Dezember 1943.

Es ist eine eigenartige Tatsache, daß d i e Ameise, die dem Laien schlechthin als der Typ der Ameisen bekannt ist, nämlich unsere haufenbauende Waldameise, den Forscher noch vor so viele Rätsel und Unklarheiten stellt, wie kaum eine andere Art, von deren Existenz oft nur die Spezialisten wissen. Der Grund dafür liegt darin, daß wir es bei der Waldameise mit mehreren biologisch grundverschiedenen Arten oder Rassen zu tun haben, die wir morphologisch am Einzeltier n i c h t, bei der Untersuchung der Masse nur s c h w e r unterscheiden können. Hinzu kommt noch die große Variabilität der äußeren Erscheinung dieser Ameise, die viele Forscher veranlaßt hat, immer neue Typen zu beschreiben und mit Namen zu belegen, wodurch die Verwirrung in der Systematik der *Rufa*-Gruppe uferlos wurde. Die Systematik erfüllt aber nur dann ihren Zweck, wenn sie Klarheit schafft und nur dort zergliedert und aufteilt, wo dies nötig ist, nicht aber dann, wenn jede unbedeutende morphologische Abweichung herausgestellt wird und als neue Varietät einen neuen Namen erhält. Bei sozialen Insekten kommt noch die Schwierigkeit hinzu, daß nicht ein Einzeltier betrachtet werden darf, sondern nur der Staat in seiner Gesamtheit. Wenn es sich dann nicht um monogyne Staaten, sondern um oligogyne oder gar polygyne Völker handelt, dann können morphologisch recht verschiedene Tiere

in e i n e m Staate vorhanden sein, ohne daß eine Notwendigkeit, ja ohne daß überhaupt ein Recht besteht, dieses biologisch einheitliche aber morphologisch bunte Bild aufzuspalten und aus einem in sich geschlossenen Ganzen in Sammlungen verschieden benannte Varia tionen und gar Rassen herauszustellen.

Durch GÖSSWALDS grundlegende Studien wissen wir, daß wir bei *Formica rufa* die folgenden biologisch wesentlich verschiedenen Arten oder Rassen haben:

1. Die *Formica rufa pratensis,* die Wiesenameise.
2. Die monodome und monogyne *Formica rufa* i. sp.
3. Die oligodome und oligogyne bis polygyne *Formica rufa rufo-pratensis* — *major* — und
4. die polydome und polygyne *Formica rufa rufo-pratensis minor.*

Die klare Unterscheidung der beiden letztgenannten, biologisch sehr verschiedenen Ameisen ist zunächst sicher nur durch Beobachtung der Biologie möglich. Die biologischen Unterschiede sind hier so groß, daß, auch bei weitgehender morphologischer Übereinstimmung, eine Trennung in zwei Rassen, wenn nicht gar Arten nötig ist.

Da diese Tatsache den früheren Forschern noch nicht bekannt war, sind ihre biologischen Mitteilungen über *Formica rufa* nur zum geringen Teil heute noch verwertbar, da sich häufig schon nicht klarstellen läßt, ob *rufa pratensis, rufa* i. sp. oder *rufa rufo-pratensis* als Studienobjekt dienten. Die biologische Aufspaltung der *rufo pratensis* in die biologisch sehr verschiedene *major* und *minor* war noch völlig unbekannt.

Ich hatte Gelegenheit in den Jahren 1942 und 1943 die Waldameisen des nordostkarelischen Urwaldes nördlich und südlich des 66. Breitegrades zu studieren und habe die Ergebnisse meiner Studien des Sommers 1942 in einer Arbeit „Über die forstlich wichtigen Ameisen des nordostkarelischen Urwaldes" niedergelegt. Ich habe im ersten Teil der Arbeit festgestellt, daß die Waldameise des Urwaldes der von mir untersuchten Gebiete die *Formica rufa rufo-pratensis major* ist und habe die Art der Siedlung und verschiedene biologische Beobachtungen an dieser Ameise beschrieben. Die vorliegende Arbeit dient dem Zweck, die Biologie der *major* weiter zu klären und die Unterlagen mit zu schaffen, sie immer klarer von den anderen verwandten *Formica* absetzen zu können. Gleichzeitig bringe ich auch Angaben über die anderen festgestellten *Formica*-Arten. Ich glaube damit auch der in der Naturwissenschaft nicht immer genügend beachteten Forderung zu dienen, daß erst die gründliche Kenntnis der Lebensweise eines Tieres die Unterlagen schafft, experimentell mit dem Tiere arbeiten zu können. Ich glaube, daß die *rufa,* zum mindesten die *rufo-pratensis* — sensu lato — in einer Entwicklungsphase steht. Die genaue Festlegung aller beobachteten Einzelheiten kann möglicherweise einmal wertvolle Einblicke in die rätselvollen Erscheinungen der Phylogenie geben.

Das im Sommer 1943 von mir bearbeitete Gebiet ist zwar räumlich von dem des Vorjahres nicht weit getrennt, die ökologischen Verhältnisse waren aber zum Teil ganz anders. Das Urwaldgebiet war durch Menschenhand stark verändert. Durch die Bedürfnisse der Truppe waren weite Waldstrecken durch Holznutzung stark gelichtet. Truppenlager veränderten das Waldbild und Entwässerungsgräben führten zum trockener werden vieler Plätze. An vielen Stellen waren Schneisen geschlagen. Auch an größeren Kahlschlägen fehlte es nicht. Waren sie an freiliegenden Hügeln, so führten sie zur Verkarstung dieses Hügels. Da diese Vorgänge nun schon durch die Dauer des Krieges, den finnischen Winterkrieg usw. zum Teil schon auf Jahre zurückreichen, konnten sie sich auf die Ameisenfauna schon auswirken. Durch günstige Abtransportmöglichkeiten hatten auch vorher schon die Russen in Teilen des Gebietes in den Holzbestand eingegriffen und kleinere Kahlschläge angelegt, die mittlerweile wieder gut bestockt waren. Auch älteres karelisches Siedlungsgebiet konnte in die Untersuchungen einbezogen werden. Für die *Formica* wirken sich diese Veränderungen günstig aus, da die Besonnung besser geworden ist und an vielen der genannten Stellen die bessere und raschere Abtrocknung des Geländes nach der Schmelz- und Schlammperiode günstigere Lebensbedingungen schafft. Es überraschte mich daher nicht, in diesen Gebieten weitere Ameisenarten anzutreffen, die ich in reinen Urwaldgebieten nicht gefunden hatte. Ich fand neben den im vorigen Jahr genannten Arten noch: *Formica sanguinea* mit *Formica picea* als Hilfsameise, *Formica truncorum* und *Formica pratensis*. Von den *Myrmicinen* stellte ich die *Myrmica rubra laevinodis* Nyl. fest. Auch eine Zunahme der Nesthaufen der *Formica rufa rufo-pratensis major* war stellenweise auffällig. Neben den großen, alten Haufen mit ausgedehnter, üppig bewachsener Randzone fand ich viele jüngere Haufen, deren Randzone noch klein war und die einen noch weniger üppigen Epiphytengürtel hatten. Dieser Pflanzengürtel ist an den Haufen, die in trockenen, lichten Waldteilen liegen, überhaupt weniger ausgebildet als an den Haufen des moorigen Urwaldes. Er fehlt aber höchstens an ganz jungen Nesthaufen. Die Bodenvegetation der trockeneren Waldgebiete ist ja ohnedies weniger üppig und dieser Umstand wirkt sich auch auf die Epiphyten der Nesthaufen aus. Besonders zäh ist die Preißelbeere, die sich überall durchsetzt und bald auch die trockener liegenden Nesthaufen an den Rändern aufsteigend umgibt.

In nassen moorigen Waldstellen habe ich als neuen Haufenepiphyten die *Betula nana* gefunden. Dieses reizende Sträuchlein bewächst die Haufen oft als dichtes Gestrüpp, wobei die Ameisen dann ihren Anbau nach Art der im Vorjahr beschriebenen Etagennester im Geäste einbauen. Man findet diese auffälligen Nester besonders in Wäldern, die sich an dichte Zwergbirkendeckungen der Moorränder anschließen.

Die Unterscheidung der *Formica*-Arten ist durch die Art der Nestanlagen möglich. In meiner genannten Arbeit von 1942 habe ich die

Haufen der *major* ja eingehend beschrieben. Die Unterscheidung ihrer Nester von denen der *sanguinea* und *truncorum* macht keine Schwierigkeiten. *Sanguinea* und *truncorum* fand ich in Stubbennestern, an denen vegetabilisches Material angehäuft ist, ohne daß aber der Stubben völlig bedeckt wird. Das Material ist locker und fein, es fehlen die groben Aststückchen. Es sind Preißelbeerblättchen und ähnliches leichtes Material vorhanden. Weder bei *sanguinea* noch bei *truncorum* habe ich bis jetzt vom Nest wegführende Straßen gefunden. Die beiden, sich in der äußeren Erscheinung zunächst ähnelnden Arten sind leicht an der Art der Nestverteidigung zu unterscheiden. Die *truncorum* sprizt ihr Gift nach *Rufa*-Art aus der eingebogenen Gaster gegen den Angreifer, während *sanguinea* sich nur verbeißt und keine Fernsalven abgibt.

Schwieriger als die Unterscheidung der beiden eben besprochenen *Formica* von der *Formica rufo-pratensis* nach Art und Form der Nester ist die Unterscheidung der Haufen von *Formica rufo-pratensis major* und *Formica pratensis*. Im typischen moorigen, menschenfernen Urwald, der zwar nur mäßig dicht ist, aber doch viel Schatten und vor allem viel Nässe hat, fehlt ja die *pratensis*. Die Waldameise des nordostkarelischen Urwaldes ist die *major*. Bei besserer Besonnung und in trockeneren Beständen, wie sie durch kulturelle Einflüsse in der Nähe von Siedlungen, Straßen, Bahnen usw. entstehen, fand ich aber sehr häufig die Haufen der *pratensis*, die hier also als Waldameise in Erscheinung tritt.

Die Haufen der *major* suchen mit großer Vorliebe Anlehnung an einen größeren Waldbaum. Diese Anlehnung ist nicht absolute Notwendigkeit, doch immerhin so bevorzugt, daß sie als typisch gelten kann. Das Nest der *pratensis* liegt immer frei zwischen den Bäumen ohne Anlehnung an einen Stamm. GÖSSWALD fand die Nester der *pratensis* fast immer ohne Stubben im Innern und erhebt die Frage, ob dies eventuell ein verwertbares Kennzeichen ihrer Nester sei. Hier fand ich in allen untersuchten *pratensis*-Nestern Stubben oder Stubbenreste im Haufen. Es mag dies mit den Hilfsameisen der *pratensis* zu erklären sein. Hier kann die abhängige Koloniengründung nur mit Hilfe der *picea* geschehen, die im Wald mit Vorlieben in morschen Stubben nistet und dadurch auch die *pratensis* zu diesem Waldameisensiedlungstyp führt, ohne daß ich aber das Stubbennest als typisch für *pratensis* bezeichnen möchte. Es werden sich wahrscheinlich noch verschiedene Ausgangspunkte für *pratensis*-Haufen auch im hiesigen Gebiet erkunden lassen.

Besonders auffällig ist der Unterschied zwischen dem Nestmaterial der *pratensis*-Nester und dem der *rufo-pratensis*- — *major* — Nester. *Pratensis* hat fast durchweg grobe Aststückchen als Material, etliche Harzknöllchen und wenige Kiefernnadeln sind dazwischen (Abb. 1). Dieses grobe, nicht zernagte und im Vergleich zu *major*-Haufen wenig verrottete Material geht in der Mitte des Haufens oft bis an die Nestbasis. Das Nestmaterial der *major*-Haufen ist vielgestaltiger. Neben den Aststückchen ist anderes vegetabilisches Material wie Kiefern- und Fichtennadeln, isländisches Moos, Grasstückchen usw. verwendet, aber keine Blättchen



Abb. 1. Nesthaufen der *Formica rufa pratensis*. Man beachte das einheitlich grobe Nestmaterial

— z. B. der Preißelbeere — wie bei *exsecta, sanguinea* und *truncorum*. Dazwischen wird sehr viel Harz verwendet, das aber auch an der Oberfläche bald zernagt und zerfallen ist. Unter der lockeren Oberschicht der Besonnungsfläche des Haufens folgt bald die feinere Innenschicht, die zernagt, verrottet, mehr grob pulverförmig ist. In wechselnder Tiefe geht diese Schicht in filzig wirkende Nestteile über, die sich mit gut geformten Gängen und Kammern ausheben bzw. ausstechen lassen. Am Rand folgt die verkompostierte Außenzone, an deren Entstehung anscheinend die Larven von *Cetonia floricola* Anteil haben.

Die Nestoberfläche der *pratensis*-Nester des Karelischen Waldes ist wie die der *major*-Haufen nach Süden geneigt. Sie ist aber nicht so gewölbt wie bei den meisten *major*-Haufen, sondern flacher, mehr scheibenförmig.

Die Epiphyten der *pratensis*-Haufen sind die gleichen wie die der *major*-Haufen. Interessant ist die Frage, ob die Ameisen, *pratensis* wie *major*, sich der Epiphyten erwehren können, wenn sie lästig werden. Es ist eigenartig, daß die nach Süden geneigte Besonnungskuppe der Haufen pflanzenfrei bleibt.

Eine zu starke Verkrautung dieses Nestteiles verhindert schon das trockene, nicht verrottete Material dieses Nestteiles. Es können aber trotzdem die Ausläufer der Pflanzen, vor allem der Preißelbeere, durchwachsen. Diese Ausläufer und auch vom Rand her unerwünscht vordringende Epiphyten bringen die Ameisen durch ihr Gift zum Ab-

sterben. Man findet häufig solch abgestorbene Ausläufer in der Nestkuppe oder auch Ausläufer und randständige Pflanzen, die schwarz geworden sind und offenbar durch das Ameisengift absterben und einzudorren beginnen. Einen Nesthaufen der *major* beobachtete ich, bei dem der ganze starke Preißelbeergürtel zum Absterben kam. Nur die dürren, blattlosen Stengel ragten aus dem Haufen. An der Basis grünten noch ein paar kleine Zwergbirken. Der sehr volkreiche Haufen war 1,15 m hoch und maß 11 Schritte im Umfang.

Die Haufen der *pratensis* sind meist mittelgroß, etwa 70—90 cm hoch und 90—120 cm im Durchmesser. Sie steigen ziemlich steil an. Alte und dann oft recht große Haufen fand ich in dichter gewordenen Beständen. Die alte Nestbasis ist dann ein modernder, vermooster Sockel, auf dem sich ein kleineres typisches *pratensis*-Nest aufbaut.

Recht brauchbar für die Unterscheidung der beiden Arten ist auch die Beobachtung der Straßen. Beide Arten haben ausgeprägte Straßen. Über die der *major* habe ich in meiner vorjährigen Arbeit schon berichtet. Es sind etwa 20 cm breite Bänder, die keine besondere Bearbeitung zeigen. Je mehr die Straße begangen wird, um so schmaler wird sie in schwierigem Gelände. Über weichen Moosstellen fand ich die Straßen eingeengt auf 3—5 cm. Sie machten den Eindruck ausgetretener Trampelpfade, die sich als dunkle Linie abzeichneten. Die Pfade sind aber nicht überdacht, wenn sie auch manchmal von Moosschüppeln überschattet sind. Im Gegensatz dazu sind die Straßen von *pratensis* in der ganzen Ausdehnung nur bis 5 cm breit — man darf die vom Weg abschweifenden ☿☿ nicht mit Straßenbenützern verwechseln! —, rinnenförmig vertieft und oft auf lange Strecken überdacht oder miniert. Die *major* nützt liegende, glatte Stämmchen, Äste usw. stets gern für ihre Straßen aus. Bei *pratensis* habe ich diese „Hochstraßen" noch nicht gesehen.

Die Nestverteidigung bei Annäherung des Beobachters ist unter gleichen Witterungs- und Besonnungsverhältnissen bei *pratensis* und *rufo-pratensis major* etwas verschieden. Die im Durchschnitt schmächtigere *major* ist kampflustiger als die größere Verwandte. Beide Arten geben Giftsalven nach typischer *rufa*-Weise aus der ventralwärts durchgekrümmten Gaster ab. Die *major* spritzen das Gift aber schon auf größere Entfernung als Giftsalven entgegen, während die *pratensis* wohl recht aufgeregt erscheinen, ihr Gift aber einzeln oder in kleineren Gruppen abspritzen. Im Sammelglas gehen die *pratensis* sehr rasch am eigenen Gift zugrunde, während man die *major* leichter im engen Röhrchen zu mehreren lebend nach Hause bringt.

Ein wichtiges biologisches Merkmal der Staaten der *rufo-pratensis major* ist die monodome oder oligodome Kolonie, wobei zwischen den einzelnen Nestern kein oder doch nur ziemlich lockerer Zusammenhang besteht. Die *rufa-rufa* hat nur monodome Kolonien, die *minor* ist durch die Polydomie ihrer Kolonien charakterisiert und zwischen den einzelnen Nesthaufen herrscht lebhafter Verkehr auf breiten Straßen. Die Zu-

sammengehörigkeit einzelner Nesthaufen der *major* konnte ich im Urwaldgebiet oft nur schwer überprüfen. Im Sommer 1942 habe ich nur in einem Fall die deutliche Grenze zwischen zwei Kolonien feststellen können, durch eine kriegerische Auseinandersetzung war sie deutlich geworden.

Die Versuche, Ameisen aus einem anderen Haufen auf einen fremden zu bringen, hatten oft unklare Ergebnisse. Ich habe mich im Sommer 1943 bemüht, die vorjährigen Versuche zu verbessern und bediente mich folgender Methoden:

1. Ameisen zweier benachbarter Haufen gab ich in ein Fangglas. Es ist nötig, die Beobachtungszeit nicht zu kurz zu wählen. Bei der großen Erregung der Tiere kam es vor, daß die ☿☿ desselben Nestes sich angreifen, wie es andererseits zu beobachten war, daß kolonienfremde ☿☿ zunächst aneinander vorbeihasteten und erst nach einer Beruhigungszeit die fremden Tiere sich bekämpften.

2. Ich habe mir im Lager in der Nähe geeigneter Haufen Köderstellen angelegt, die im Frühsommer gut besucht wurden. Nachdem festgestellt war, zu welchen Nesthaufen die Besucher gehörten, wurden von den Nachbarhaufen Ameisen mit Chloräthyl annarkotisiert und an die Futterstelle gebracht, solange ihre Bewegungen noch langsam und torkelnd waren und die Beobachtung gut möglich war. Tiere des gleichen Nestes wie der gleichen Kolonie wurden erkannt und nicht angegriffen, koloniefremde Ameisen wurden getötet.

3. Es wurden kleine *Formacarien* angelegt und nachdem die Tiere eingelebt waren, wurden einzelne ☿☿ der zu prüfenden Haufen beigegeben. Auch hier ließ sich rasch erkennen, ob diese Tiere zur Kolonie gehörten oder nicht. Meine Versuche zeigten mir, daß zu einer Kolonie meist nur ganz wenige Haufen gehören und daß im reinen Urwaldgebiet sehr viele Haufen monodom sind. Ich glaube, daß bei manchen dieser Haufen ein gemeinsamer Ursprung anzunehmen ist, daß aber dann später eine Trennung erfolgt ist, die durch eine allmähliche Änderung des Nestgeruches verursacht war. So gut wie mit einer gegenseitigen Gewöhnung bei Überschneidung der Jagdgebiete zu rechnen ist und Kämpfe nur dann vermehrt zu beobachten sind, wenn ein Gebiet das besondere Interesse zweier Kolonien erweckt, so gut kann auch zwischen Nestern der gleichen Kolonie eine Entfremdung eintreten. Über die Stockteilung selbst werde ich in einem späteren Abschnitt berichten.

Bei *Formica pratensis* habe ich im offenen Gelände auch wiederholt Zweignester gesehen. Sie lagen meist sehr benachbart und es herrschte ein lebhafter Verkehr zwischen den Nestern.

Zur Unterscheidung der *rufo-pratensis major* von der *pratensis* im Gelände nach der äußeren Erscheinung der ☿☿ eignet sich am besten der bei beiden Arten unterschiedliche Polymorphismus. Bei Betrachtung der Besonnungsfläche eines *pratensis*-Nestes machen die kräftigen ☿☿ einen ziemlich einheitlichen Eindruck. Erst bei genauerem Beob-

bachten entdeckt man kleine und kleinste ☿☿ dazwischen. Der Übergang ist aber nicht so laufend wie bei *major*. Diese Ameise ist im Durchschnitt kleiner als *pratensis* und die Übergänge der Kasten verschwimmen bedeutend mehr.

Das Kolorit der hier beobachteten *pratensis* ist sehr wechselnd. Ich habe das in Deutschland bisher nicht so beobachtet. Ich fand ganz dunkle Tiere und solche mit fast rotem Thorax und roter Scheibe an der Gaster.

Der Fund von Geschlechtstieren kann die Unterscheidung leicht machen. Die Weibchen der *major* zeigen immer das hochglänzende, schwarze Abdomen, während das Abdomen der *pratensis*-♀♀ matt ist. Die jungen Geschlechtstiere der *major* erscheinen im Frühjahr — hier Anfang Juni —, die der *pratensis* erst im Juli ungefähr gleichzeitig mit denen von *exsecta*, etwas früher als die von *sanguinea*.

Ich füge der Arbeit eine Tabelle bei, die es an Hand der darin angegebenen Kennzeichen auch dem ameisenkundlich weniger erfahrenen Beobachter ermöglichen soll, zu erkennen, welche Art der haufenbauenden Waldameisen er vor sich hat. In Anlehnung an die feldornithologischen Kennzeichen in der praktischen Vogelkunde nenne ich die Zeichen feldenthomologische Kennzeichen. Die Tabelle enthält nur Hinweise auf die karelischen Beobachtungen, doch könnte sie nach entsprechender Durcharbeit und Erweiterung auf die deutschen Verhältnisse dem deutschen Forstmann zweckdienlich sein.

Nur wenige Sommerwochen sind in Nordkarelien geeignet, daß sich das Ameisenleben voll entfalten kann. Wenn in warmen Gegenden Deutschlands schon die Geschlechtstiere der *rufo-pratensis major* aus den Kokons schlüpfen, dann sind hier die Haufen noch tief verschneit und wenn ein warmer Spätsommer und Herbst noch reges Ameisenleben in Deutschland gestattet, sind hier die Staaten schon zur Winterruhe gezwungen. Der Winter 1942/43 war milder als der Winter im Jahre zuvor. Die niedrigste Temperatur im Beobachtungsgebiet war — 37 °. Die Schneemenge war größer als im Vorjahr. Da das Frühjahr zeitig und sehr rasch einsetzte, gab es riesige Überschwemmungsflächen und viele der Waldameisenhaufen ragten als Inseln aus dem Wasser heraus, ohne daß die Ameisen Schaden genommen hatten. Die Südseiten der Haufen werden ja verhältnismäßig bald schneefrei und die Besonnung weckt die Ameisen so früh, daß sie rechtzeitig vor der Hauptschmelze sich in höhere Nestpartien retten.

Ich konnte 1943 meine Beobachtungen in Karelien am 10. Mai aufnehmen. — Das erste entflügelte *major*-♀ hatte ich im Maintal bei Ochsenfurt am 15. April gefangen! — Bei meiner Ankunft war seit etwa 8 Tagen starkes Tauwetter. Vorher war immer wieder Neuschnee und Frost zwischen kürzeren Tauperioden. Zur Zeit meines Eintreffens im Beobachtungsgebiet bestanden noch große Schneeflächen zwischen ausgedehnten Überschwemmungsgebieten. Vom 13.—18. Mai setzte starker Regen ein. Während an sonnigen Tagen

Feldentomologische Kennzeichen der haufenbauenden karelischen *Formica*-Arten

Name	Lage des Nestes	Besonderheiten des Nestbaues	Zweignester	Straßen	1. Polymorphismus 2. Besondere Kennzeichen	Auffällige biologische Merkmale
Formica sanguinea	sonnig, trocken lichter Wald, Waldrand	Stubbennest mit feinem vegetabilischen Material, das den Stubben nicht überdeckt	nein, möglicherweise Winternest	nicht beobachtet	1. deutlich ausgeprägt 2. Kopf und Thorax rot, Clypeus ausgeschnitten (Lupe!) ♀ mit matter Gaster	keine Giftsalven, verbeißt sich in den Gegner. Hochzeitsflug erst Mitte bis Ende Juli
Formica truncorum	sonnig, trocken lichter Wald, Waldrand	Stubbennest mit feinem vegetabilischen Material, das den Stubben nicht überdeckt	nein	nicht beobachtet	1. deutlich 2. Kopf und Thorax rot, rote Scheibe der Gaster Clypeus nicht ausgeschnitten ♀ mit matter Gaster	spritzt Gift auf den Gegner aus dem ventralwärts eingebogenen Abdomenende
Formica exsecta	sonnig, lichter Wald, häufig an Moorrändern	Haufen ausgeprägt Häufig überbauter Stubben, häufig an großen Stein angelehnt. Material sehr fein, viel Preißelbeerblätter, keine Anlehnung an Baumstamm	wahrscheinlich, Winternest wahrscheinlich	nicht beobachtet	1. ☿☿ fast einheitlich 2. Kopf herzförmig eingebuchtet. Thorax hellrot ♀ mit matter Gaster	keine Giftsalven. Hochzeitsflug Anfang bis Mitte Juli
Formica rufa pratensis	lichter Wald, Moorränder häufig neben Kulturboden. Nicht im echten Moorurwald	Haufen ausgeprägt, mittelgroß, Stubben häufig (überbaut). Material sehr grob (Ästchen). Pflanzengürtel immer deutlich, Haufen nie am Stamm angelehnt	ja, reger Verkehr zwischen den Haufen (Zweignester nicht obligatorisch)	schmal, etwa bis 5 cm rinnenförmig oder miniert. keine Hochstraßen beobachtet	1. große ☿☿ herrschen vor, daneben wenig kleine u. kleinste ☿☿ ohne Übergänge 2. Färbung variabel ♀ mit matter Gaster	Verteidigung durch Giftsalven mit ventral eingebogenem Abdomenende in Gruppen. Geschlechtstiere Anfang Juli
Formica rufa rufo-pratensis major	typische Bewohnerin des Moorurwaldes, aber auch in trockenen Wäldern. Fehlt an baumarmen Moorrändern	Haufen oft sehr groß angeprägte, bewachsene Randzone, Material mittel grob, vielgestaltig: Ästchen, Nadeln, Harz, zernagte Teile, Erde, keine Blättchen Anlehnung an einen Stamm bevorzugt, häufig Stubben im Nest, daneben Etagennester in Fichten, Wacholder, Zwergbirke	ja, aber häufig monodom, Straßenverbindung nur mit jungen Zweignestern beobachtet	ja, etwa 20 cm breit, selten schmal rinnenförmig (durch Moospolster), liegende Stämme und Äste dienen als Hochstraße	1. sehr ausgeprägt mit verschwimmenden Übergängen 2. meist kleiner und schlanker als *pratensis*. Färbung sehr variabel ♀ mit hochglänzend schwarzer Gaster und roter Gasterscheibe am Petiolus-Ansatz	massierte Giftsalven oft aller Ameisen der Nestoberfläche aus der ventralwärts eingekrümmten Abdominalspitze. Geschlechtstiere sehr früh, Mitte Juni

vorher schon auf den Haufen sich sonnende Ameisen zu sehen waren, trat nun wieder völlige Ruhe auf den Haufen ein. Am 18. Mai gab's wieder Schnee und anschließend starken Nachtfrost — bis — 10° —. Nach Abschmelzen des Schnees von den Haufenkuppen — 19. Mai — zeigten sich bei Sonne wieder Ameisen dort. Am 22. Mai wurde es warm, die Birkenknospen begannen sich grünend an den basalen Ästen zu entfalten und an diesem Tag ging schlagartig die Besonnungsperiode der Ameisen in die Aktivitätsperiode über. Der 22. Mai war der erste Lauftag der Waldameisen — *major* —. Das Bild war sehr eindrucksvoll. Der ganze Waldboden wimmelte von Ameisen, man konnte keinen Schritt machen, ohne Ameisen zu zertreten. Neben den Ameisen bevölkerten vor allem große Mengen von Spinnen den Waldboden. Ich sah aber nur selten eine Spinne als Beute der Ameisen und nie eine Ameise als Spinnenbeute. Die Spinnen hielten sich an die Dipteren. In den ersten Lauftagen konnte man noch nicht von Ameisenstraßen sprechen, es wimmelte der ganze Wald von Ameisen und es war kein Baum, der nicht von zahlreichen Ameisen besucht worden wäre. Ich hatte aber nicht den Eindruck, daß die Ameisen Aphiden besuchten. Ich sah sie erst viel später bei den Aphidenkolonien. Zunächst schien ihr Interesse den Ausschwitzungen der Knospen, vor allem der Birkenknospen zu gelten und den Saftstellen an Wunden der Birken, die dicht von trinkenden Ameisen belagert waren. Wenn man unter einer Birke stand, dann knisterte um einen der Waldboden vor lauter abspringenden Ameisen. Dieses Abspringen ist ja schon oft beschrieben, ich sah es aber noch nie in dem Ausmaße wie hier und beobachtete, daß später von den Aphidenbäumen fast nur gestörte oder erschreckte ☿☿ absprangen, während die Mehrzahl der mit vollem Kropf heimziehenden ☿☿ den Weg zu Fuß den Stamm herunter wählte. Jetzt im Frühjahr hatte ich den Eindruck, daß das Abspringen der übliche Nachhauseweg ist. An einer Kiefer sah ich zahlreiche, nach oben eilende ☿☿ der *major*, aber keine, die herunterkam. Ich hörte aber immer wieder das leichte Knistern, das vom Gipfel des hohen Baumes abgesprungene Ameisen am Boden verursachten. Aus einem unter der Baumkrone liegenden, wassergefüllten Granattrichter und einem Wasserloch barg ich dann zahlreiche ☿☿ mit vollem Kropf, die vom Gipfel abgesprungen waren und ins Wasser gefallen waren. Bei jedem Nachschauen waren wieder neue Ameisen im Wasser. Ich habe dieses eigenartige Ausschwärmen der Ameisen zu Beginn der Aktivitätsperiode in Deutschland nicht beobachtet. Es kann auch in diesem Maße nur dann augenfällig werden, wenn der Wald wie hier dicht mit Waldameisenkolonien besiedelt ist.

Die Nahrungsquellen der *major* werden in der folgenden Zeit mehr und mehr animalisch, d. h. die Insektenjagd tritt im Laufe des Sommers in den Vordergrund. Es zeigte sich dies auch deutlich an meinen Köderplätzen. Ende Mai wurden die Köderstellen rasch ge-

funden und eifrig besucht. Ich hatte sie aus Kunsthonig, Drops, Zucker usw. hergestellt. Im Juli und August kamen die *major* nicht mehr an die Futterstellen, die ich anlegte. Da waren nur *Formica picea* und *Myrmica* neben Hummeln und Wespen die Besucher. Ich sah auch an den Ameisenstraßen die Zunahme der eingebrachten Insekten. Ich hatte mir auf einem kleinen, schmalen Tisch — rund 90 cm hoch — ein Glas mit „Angelwürmern“ zurechtgestellt — 11. Juni 1943 —. Das Glas enthielt Ameisenspreu und neben einigen *Cetonia*-Larven alle möglichen „Holzwürmer“, die unter der Rinde von Strünken und sonst im Holz gefunden wurden, lauter *Coleopteren*-Larven. Die Ameisen hatten bald meinen Vorrat entdeckt und nun begann ein riesiger Betrieb. Das benachbarte Honigglas fand kaum mehr Beachtung, aber bei meinen „Angelwürmern“ wimmelte es von Ameisen, die eingehend die Spreu durchwühlten. 4—6 Ameisen schleppten mit Mühe die großen, bald gelähmten Larven an der glatten Glaswand nach oben, purzelten gemeinsam außen herunter auf den Tisch und zogen an dessen Kante. Dort schoben sie sich vor, bis nur noch eine Halt an der Kante hatte. Dann ließ auch diese los und gemeinsam landete das Häuflein mit der Beute unten und sofort begann das Nachhausezerren der Beute. Man hat diese „Gemeinschafts“arbeit der Ameisen oft einer Kritik unterzogen. Vor allem die Gelegenheitsbeobachter sind es, die sich zu schwerwiegenden psychologischen Urteilen dadurch verführen ließen, daß ihnen das gegenseitige Helfen nur als Behinderung erschien. Ich will in dieser Arbeit nicht auf tierpsychologische Fragen eingehen, sondern nur betonen, daß die Ameisen durch Zusammenhelfen tatsächlich eben doch Beutestücke bewegen und nach Hause bringen, die ein einzelnes Tier nicht bergen könnte. Das Glas war bald geleert und nur einige, in fester Erde eingegrabene Larven waren nicht gefunden worden und die Larven von *Cetonia floricola* waren nicht beachtet worden.

Beim Suchen nach Angelködern fand ich oft ☿☿ der *major*, die in den Rindennischen herumsuchten. In einem kleinen Gebiet des Lagers waren die Kieferzapfen stark von einer kleinen, weißen Larve befallen, die die Zapfen vor der Reife zum Abfallen brachte. Eine *major*-Kolonie dieser Ecke hatte sich ganz auf diesen Schädling spezialisiert und in ganzen Karawanen trugen sie die Larven zum Nest. Das Bild war sehr eindrucksvoll und zeigte mir wieder, wie rasch sich Waldameisen — hier *major* —, die räuberische Instinkte haben, auf eine Nahrungsquelle einstellen und wie sehr sie dadurch als Vorbeuger gegen Kalamitäten wirken können. Die Bedeutung der *major* als Schädlingsvernichter im karelischen Wald ist sehr groß, denn die Waldameisen finden hier weit weniger die Hilfe der anderen Schädlingsvernichter, z. B. der Vögel, als in Deutschland, da der Urwald nur zahlenmäßig recht wenig Vögel birgt. Die Besiedlung mit Waldameisen ist aber so dicht, daß sie in der Lage sind, auch mit geringerer

Unterstützung das biologische Gleichgewicht der Lebensgemeinschaft Wald zu erhalten.

Je karger dem Herbste zu die animalische Nahrung wird, um so mehr fallen die Karawanen auf, die zu den Bäumen und Sträuchern auf den Ameisenstraßen wandern, um dort Aphidenhonig zu holen. Es ist ein unentwegtes Hin und Her. Ich erwähnte aber schon, daß nunmehr nur noch gestörte oder erschreckte ☿☿ beim Abspringen beobachtet wurden, während der gewöhnliche Rückweg der Honigträgerinnen wieder der Weg auf der Straße war.

Das Einbringen von Nestmaterial läßt auch jahreszeitliche Verschiebungen erkennen. Zu Beginn der Aktivitätsperiode werden vorwiegend Harzknöllchen gesammelt und erst später tritt das vegetabilische Material mehr und mehr in Erscheinung.

Interessant war es mir, Beobachtungen über das Verhalten der *major* in menschlichen Behausungen zu machen. Als sich unsere Truppenlager mehr und mehr in den Urwald hineinschoben, da tauchte immer wieder die Frage auf, ob denn die vielen Ameisen und die Haufen dicht neben den Unterkünften nicht eine rechte Belästigung werden könnten. Es wurden anfangs aus dieser Sorge heraus viele Ameisenhaufen sinnlos mit Benzin übergossen und ausgebrannt. Die Beobachtungen ergaben, daß sich die *major* in den menschlichen Behausungen nicht lästig auswirkt. Das Einzige ist, daß einen einmal eine zufällig umherirrende ☿ durch ihr Zwicken im Schläfchen stört. An Nahrungsmittel ging *major* nie. Alle meine Köder in Unterkünften wurden nur — und das in geringem Maße — von *Formica picea* oder *Myrmica laevinodis* besucht. An den Fenstern sach ich häufiger *major*-☿☿, die dort Jagd machten oder tote Mücken abholten und mancher von uns hatte in stillen Stunden seine Freude, wenn sich eine „alte Bekannte“ immer wieder einstellte und ihr Mückchen wegholte.

Wertvoll wären mir genauere Beobachtungen über die Tagesperiodizität und über die Temperaturabhängigkeit usw. gewesen. Mein Einsatz als Soldat ließ diese exakten Messungen zeitlich nicht zu. Rege sah ich Ameisen an meinen Köderstellen im Mai gelegentlich bis zu einer Temperatur von + 3 ° C. Richtig rege wurde der Betrieb an den Futterstellen erst bei 10 ° und mehr. Bei Sonnenschein waren die Ameisen bei viel geringeren Wärmegraden schon rege als bei trübem Wetter. Die *Formica rufo-pratensis major* ist ein Tagtier. Ich erwähnte schon 1942, daß nur besondere Fälle eine Tätigkeit auch in den taghellen Nachtstunden der Mitsommernacht veranlassen. An meinen Fütterstellen schliefen die Ameisen häufig zu ganzen Gruppen in den hellen Nachtstunden. Die *Formica picea* ist länger munter als die *major* und wenn der Waldboden nicht mehr so sehr von den gefährlichen Jägerinnen wimmelt, dann sah ich oft noch lange die *picea* nach ihrem bescheidenen Mahl suchen.

Im Laufe des August trat ein starkes Nachlassen in der Aktivität der Ameisen ein und je nach der Witterung sah man fast nur noch an

den Sonnenflächen der Haufen lebhafteres Ameisenleben. Wenn die letzten, jungen ☿☿ aus den Kokons geschlüpft und die eventuell angelegten Zweignester gebaut sind, ist das Jahrespensum erfüllt. Die Ameise hat dann nur noch das Bestreben, mit gut gefülltem Kropf in den Winter zu kommen. Man sieht dann auf den Sonnenflächen der Haufen lauter dickbauchige, satte Tiere. Ich sah heuer noch bis 28. September auf einigen Haufen gelegentlich Ameisen. Vorher waren tagelang keine Ameisen mehr zu sehen, bis sie ein warmer Sonnenstrahl nochmal lockte. Gelegentlich sieht man im Herbst auch auf den Ameisenstraßen die eine oder andere ☿ torkelnd dem Nest zustreben. Es sind die letzten Heimkehrer, die oft tagelang brauchen, um das Nest noch zu erreichen, da nur wenige Stunden des mehr und mehr in Nacht versinkenden Tages genug Wärme zum Marsch spendet. Manche dieser Ameisen wird das Nest nicht mehr erreichen.

Diese vorwinterliche Inaktivität geht dann in die Winterruhe über. Es wurde bisher in der Literatur über die Überwinterung der Ameisen zwischen den Begriffen Winterruhe, Winterschlaf und Kältestarre nicht unterschieden, es sind aber drei recht verschiedene Erscheinungen in der Überwinterung der Ameisen. Im Formicar gab sich folgendes Bild. Zur Zeit der Winterruhe war deutliche, aber träge Abwehr beim Erhellen da, die eine oder andere Ameise kam auch noch gelegentlich einmal aus Futterröhrchen. Am 24. Oktober 1943 begann bei meinen immer noch im warmen Zimmer stehenden Ameisen der Winterschlaf. Das Abdecken störte die Tiere nicht mehr, sie hatten alle typische Schlafstellung. Durch Wassergabe oder starke Erschütterung waren sie aber zu wecken. Sie nehmen dann auch Wasser auf, verteidigen sich und fallen rasch wieder in tiefen Schlaf. Tiefer Schlaf, aber trotzdem Weckbarkeit, sind die Zeichen des Winterschlafes. Nimmt die Kälte zu, dann geht der Winterschlaf in die Kältestarre über, die Ameisen fallen dann meist auf die Seite. Aus dieser Starre sind die Tiere nicht zu erwecken. Sie sind starr und wie tot. Ich mußte im Winter 1942/43 meine Kolonien längere Zeit Temperaturen bis — 27° aussetzen. Ich war überrascht, als später in der Wärme aus den erstarrten Tieren wieder lebensfrische Ameisen wurden. Ich werde über meine Überwinterungsversuche, die zur Zeit noch laufen, später berichten.

Beobachtungen und Versuche über die Koloniengründung der Ameisen stellen mit die reizvollsten Probleme für den Ameisenforscher dar. Zu dem wissenschaftlichen Interesse, das diese Beobachtungen verdienen, kommt die Bedeutung, die sie für die angewandte Entomologie haben, besonders bei Arten, die eine so große forstliche Wichtigkeit haben wie die *Formica rufa rufo-pratensis major*. Ich habe in meiner Arbeit über das Beobachtungsjahr 1942 schon auf einige Besonderheiten hingewiesen. Einiggehend mit der Ansicht GÖSSWALDS wurde die Stockteilung als die wichtigtse Art der Nestgründung angesehen. Im Beobachtungsjahr 1943 suchte ich der Frage näher zu

kommen durch Beobachtung des Schicksals junger begatteter ♀♀ im Freien und im Formicarium sowie durch Beobachtungen über Art und Weise und über die Gründe der Stockteilung.

Ich habe früher schon erwähnt, daß nicht jedes Jahr in allen Haufen Geschlechtstiere erzogen werden. Das Jahr 1942 schien für die Aufzucht von Geschlechtstieren ungünstig. Dagegen begünstigte das zeitige Frühjahr 1943 anscheinend diese Aufzucht, denn ich fand wesentlich häufiger Geschlechtstiere als im Jahr zuvor. Ein Vergleich der Zeit des Beginnes der Aktivität mit den angegebenen Daten des Auftretens der ersten Geschlechtstiere zeigt, daß diese bei ihrer Aufzucht im wesentlichen aus den Winterreserven, also aus dem vollen Kropf gefüttert werden. Als Beginn der Aktivität stellte ich den 22. Mai 43 fest. Das erste geflügelte ♀ fing ich am 3. Juni. Es war also nur kurze Zeit nach dem Aktivitätsbeginn schon flugreif. Die am 3. Juni untersuchten Nesthaufen zeigten verschiedene Befunde. Reife ♂♂ wurden in ziemlich vielen Nestern gefunden, in ähnlich vielen Haufen fanden sich große Kokons. Über die Hälfte aller Haufen hatte aber weder Geschlechtstiere noch Brut von solchen. Ich hatte den Eindruck, daß wesentlich mehr ♂♂ erzogen wurden als ♀♀. Die von mir 1943 in meinem Lagerbereich gefangenen ♀♀ von *major* seien angeführt:

3. Juni 1943: 1 geflügeltes ♀,
1 entflügeltes anscheinend junges ♀ auf einem Nesthaufen,
8. Juni 1943: 1 in den Boden getretenes ♀ wird von 2 ☿☿ zu bergen versucht — Beute! —,
1 geflügeltes ♀ tot gefunden,
1 entflügeltes ♀,
11. Juni 1943: 1 entflügeltes ♀,
12. Juni 1943: 1 entflügeltes ♀,
13. Juni 1943: 7 entflügelte ♀♀,
1 ☿ schleppt ein junges ♀, das nur noch schwache Lebenszeichen zeigt,
15. Juni 1943: 4 entflügelte ♀♀,
16. Juni 1943: 1 entflügeltes ♀,
4 ☿☿ schleppen ein noch lebendes ♀,
20. Juni 1943: 2 entflügelte ♀♀,
22. Juni 1943: 2 entflügelte ♀♀.

Nach dem 22. Juni wurden keine jungen ♀♀ der *major* mehr gefangen.

Interessant war mir bei diesen Funden das Verhalten der ☿☿ zu den umherschweifenden jungen ♀♀, die offensichtlich die jungen ♀♀ als Beute ins Nest schleppten.

Mit den jungen ♀♀ konnte ich eine Anzahl von Formicarversuchen machen, die mich folgenden Fragen näherbringen sollten:

1. Was ist das Bestreben der jungen ♀♀ nach dem Hochzeitsflug?

2. Was geschieht mit den als Beute eingebrachten jungen ♀♀ und wie geht die Adoption junger ♀♀ in alten Nestern vor sich?

3. Ist eine Koloniengründung mit Hilfsameisen möglich und wie geht sie vor sich?

Voraussetzung für die Versuche war es, eine kleine Versuchskolonie zu besitzen, die im Formicarium normale Reaktionen erwarten ließ, also im neuen Lebensraum halbwegs heimisch war. Ich verwandte ein halbes S t ä r k e nest mit groben Sägespänen als dunklem Nestteil, einem kleinen Auslauf mit Gipsboden und einem Futterrohr als hellen Nestteil. Das am 3. Juni auf einem Nesthaufen gefangene junge ♀ diente mit etwa 20 mitgefangenen ☿☿ als Grundstock. Die kleine Kolonie wanderte vom Fangglas aus selbst in das Nest ein. Später gab ich weitere ☿☿ zu, die teils als Honigträger oder Jäger auf der Straße gefangen wurden, teils aus tieferen Nestpartien stammten. Ich suchte also die verschiedensten Arbeitskasten zu bekommen.

Wenn man Formicarien aus Wildfängen einrichtet, hat man immer eine gewisse Schwierigkeit, die Ameisen auf die neue Umgebung einzustellen und Tiere, die als Jägerinnen tätig waren, befassen sich im neuen Lebensraum nicht oder nur schwer mit Brut oder ♀-Pflege. Gerade die Einrichtung von Waldameisenformicarien macht dadurch erhebliche Schwierigkeiten. Die kleine Versuchskolonie war munter, allerdings die Jägerinnen suchten sich überall durchzubeißen. Am 11. Juni 1943 setzte ich eine stattliche junge ♀ in den dunklen Nestteil. Das Tier war sofort von angreifenden ☿☿ umgeben. Die Stammweisel kommt auch mit dem „Eindringling“ in Berührung, reagiert aber nicht feindlich. Nach einer Stunde ist alles befriedet, das neue ♀ ist im Nest aufgenommen. 13. Juni 1943: Beide ♀♀ sind frisch. Ich gebe um 13 Uhr ein weiteres junges ♀ ins Vornest. Es ist besonders leicht durch einen kleinen roten Fleck über der Gasterscheibe kenntlich. Das Tier trifft dort mit einem ☿ — anscheinend einer Jägerin — zusammen. Sie wird gleich wütend angefallen. Das ♀ beißt nicht, sondern krümmt nur das Abdomen ein und macht beruhigende Fühlerschläge. Die ☿ hat sich mit eingekrümmter Gaster an einem Bein verbissen. Nach wenigen Minuten wird das ♀ steif und bewegungslos. Nur die Antennen bewegen sich ein wenig. Die ☿ ist tot. Anscheinend hat auch die ♀ Gift abgespritzt. Da das Vornest leer ist, lege ich das bewegungslose ♀ ins helle Futterrohr. Es wird bald ins Hauptnest gezogen. Um 15 Uhr sitzt das Tier frisch und munter bei den beiden andern ♀♀ und ist angenommen.

Am selben Tag gab ich noch ein junges ♀· ins Vornest. Es lief in seiner Aufregung selbst nach dem dunklen Nestteil und wurde heftigst angegriffen. Im dunklen Nestteil spritzen die ☿☿ kein Gift, sondern verbeißen sich in den Extremitäten des ♀. Nach 2 Stunden war aber auch dieses ♀ angenommen und saß bei den 3 anderen ♀♀. Sie

war aber sehr mitgenommen und konnte nur auf der Seite liegen, die Beine sind gelähmt.

14. Juni: Alle 4 ♀♀ leben. Die Verletzte liegt auf dem Rücken und kann sich nicht bewegen. Das Verletzte lebte noch bis 17. Juni 1943. Die ♀♀ waren immer beisammen und beleckten sich viel.

17. Juni 1943: 18 Uhr. Aus einer gesammelten Riesenmorchel — *Morchella gigas* — fange ich ein stattliches junges ♀, das sich dort verkrochen hatte, und gebe es ins Vornest. Das Tier wird stark angegriffen; es sind aber immer nur einzelne ☿☿ im Vornest.

18. Juni. Das ♀ hat 3 ☿☿ vermutlich durch Gift getötet. Es zeigt Schädigung der Extremitäten. Eine tote ☿ ist noch an den Beinen verbissen. Ich töte das ♀, um es zu konservieren.

Bis zur Einwinterung geht noch ein ♀ in der Kolonie vermutlich durch zu starke Erwärmung ein.

Die andern ♀♀ leben noch und sind frisch.

Ich habe noch in einem anderen mehr provisorisch zusammengesetzten Formicar — LUBBOCK-Nest — Adoptionsversuche gemacht. Die Ergebnisse waren ähnlich. Ihre Aufzählung kann ich sparen, da sie keine anderen Gesichtspunkte ergaben.

Eine Beobachtung im ersterwähnten Formicar möchte ich noch besonders hervorheben. Die ♀♀ legten im Jahre 1943 keine Eier mehr. Sie hielten sich aber immer auf dem Häufchen der Kokons auf, die ich der Kolonie zugab. Am 17. Juli 1943 beobachtete ich ein ♀, das eine junge mit Puppenhäuten behängte ☿ säuberte und fütterte. Am 26. Juli beobachtete ich ein ♀, das bei Erhellung des Nestes mit den ☿☿ Kokons wegtrug. Diese Beobachtung machte ich noch öfter. Der Brutpflegeinstinkt der ♀♀ kann also durchaus in bestimmten Lagen aktiviert werden — ich verweise auf meine Erwiderung an EIDMANN 1936 —.

In Verbindung mit den Freilandbeobachtungen lassen die Versuche verschiedene Schlüsse zu.

Die jungen Weibchen, die als Beute von den Jägerinnen eingebracht werden, können im Nest auch nach schweren toxischen Schädigungen als Weiseln aufgenommen werden. Es wird aber ein Teil dieser „Beuteweiseln“ zugrunde gehen.

Im Nest schließen sich die ♀♀ aneinander an und belecken sich viel. Dadurch kann eine gegenseitige Geruchsanpassung erreicht werden. Die Frage, ob die jungen ♀♀ nach dem Hochzeitsflug von sich aus Aufnahme in Nesthaufen suchen, konnte ich nicht entscheiden. Die Tiere laufen in der ersten Zeit nach dem Hochzeitsflug aufgeregt umher und weichen den begegnenden ☿☿ aus. Angriffe können sie zum Teil erfolgreich abwehren. Wenn ihnen die Beruhigung einer Gegnerin durch Fühlerschläge gelingt, dann suchen sie zu entweichen. Sie haben das offensichtliche Bestreben, sich zu verstecken. Dies beobachtete ich auch bei ♀♀, die ich gefangen in größeren Gläsern hielt. Es wechselten Zeiten, in denen sich die ♀♀ zu verkriechen

suchten, mit Zeiten der Erregung, in denen sie aufgeregt umherliefen. Auffällig ist die Neigung dieser jungen ♀♀, sich in Verstecken zu alliieren. Ich nehme an, daß das Flucht- und Versteckbestreben der jungen ♀♀ den Zweck hat, zunächst den eigenen Nestgeruch mehr zu verlieren und daß später erst das Anschlußbedürfnis der ♀♀ aktiviert wird. Beobachtungen konnte ich darüber nicht machen. Die von mir beobachteten Adoptionen waren alle von den ☿☿ mit Gewalt herbeigeführt. Ich bezeichne diese Jungweiseln als Beuteweiseln. Neben der beschränkteren Zahl der erzogenen Geschlechtstiere ist es dieser Adoptionsmodus, der eine ähnlich große Polygynie bei der *major* verhindert, wie sie bei *minor* gang und gäbe ist.

Wenn auch als wichtigste Art der Vermehrung der *major*-Haufen die Stockteilung erkannt wurde, so ist doch die sozialparasitische Vermehrung mit Hilfsameisen nicht außer acht zu lassen. Ich habe Versuche darüber gemacht, die aber noch nicht allzuviel Schlüsse zulassen. Ich betrachte sie als Bausteine, die sich einmal in das Gebäude unseres Wissens vom Sozialparasitismus einfügen werden, die aber selbst noch nicht als Grundsteine für gedankliche Konstruktionen gelten können.

Als Hilfsameise kommt in Nordkarelien die *Formcia picea* in Frage. Da mir von dieser Ameise keine eingelebte Kolonie zur Verfügung stand, nahm ich mir Anfang Mai aus Deutschland je eine Kolonie von *Formica gagates* und *rufibarbis* in STÄRCKE-Nestern mit nach dem Norden. Beide Kolonien stammten aus einem Steinbruch bei Ochsenfurt — mittleres Maingebiet —. Die *gagates*-Kolonie hatte 2 ♀♀, die *rufibarbis* 1 ♀. Die *gagates* ertrugen die klimatische Umstellung leicht. Die Kolonie gedieh ausgezeichnet und vermehrte sich gut; die *rufibarbis* hingegen litt sehr unter der Umstellung.

Die Formicarien waren für die Versuche nicht sehr geeignet, da es an Schlupfwinkeln für die *major*-♀♀ fehlte. Aber im Krieg konnte ich mir keine ausgedehntere Apparatur zulegen. Ich möchte daher nur kurz über die Versuche berichten. *Gagates* tötete in kurzer Zeit alle ins Vornest gegebenen *major*-♀♀. Ein Versuch verdient hier Erwähnung.

Am 15. Juni gab ich 2 ♀♀ von *major* ins Vornest. Die beiden ♀♀ kämpften kurz mitsammen, vertrugen sich dann aber gut. Das Vornest wird kaum von *gagates*-☿☿ besucht. Am 17. Juni ist ein *major*-♀ im Hauptnest. Es wird bald getötet. Die beiden *gagates*-♀♀ sind aber aus dem Hauptnest geflohen und verbergen sich an schattigen Stellen im Vornest. Nachdem das Weibchen von *major* getötet war, kehren sie wieder ins Hauptnest zurück.

Die Versuche mit *rufibarbis* verliefen ebenfalls bis auf einen Versuch negativ. Am 15. Juni 1943 gab ich ein junges entflügeltes *major*-♀ ins Vornest. Es läuft aufgeregt umher, macht aber keinen Versuch ins Hauptnest zu gelangen. Später sitzt es an der durch die Halteklammer beschatteten Stelle des Vornestes.

16. Juni 1943: 15 Uhr. Das ♀ ist ruhig. Eine ☿ sucht im Vornest herum. Wenn sie in die Nähe des ♀ kommt, geht diese auf die ☿

zu und betastet sie lebhaft mit den Fühlern. Beide Ameisen haben die Kiefer halb geöffnet. Die ☿ greift nicht an. Sie geht nach einiger Zeit wieder von dem ♀ weg. Diese bleibt mit erhobenen Antennen wartend stehen. Wenn die ☿ wieder in die Nähe des ♀ kommt, wiederholt sich der gleiche Vorgang. Ich beobachte auch eine kurze Fütterung.

17. Juni 1943. Es kommen heute nur wenige ☿☿ ins Vornest. Das Verhalten des ♀ ist unverändert. Sie wird ab und zu von ☿☿ angegriffen. Ich sehe sie aber dann auch wieder mit einer ☿ zusammen lebhafte Fühlerschläge tauschen. Es ist vermutlich die gleiche ☿, die schon am 16. Juni Beziehungen zum *major*-♀ aufnahm.

18. Juni. Keine Änderung.

19. Juni: 18 Uhr. Das ♀ ist mit einer ☿ zusammen. Die Tiere betasten und belecken sich, die ☿ kriecht unter dem ♀ durch. Die ☿ kehrt nicht mehr ins Hauptnest zurück. Nachts liegen ♀ und ☿ eng beisammen.

20. Juni. ♀ und ☿ bleiben beisammen. Leider kommt während meiner Abwesenheit das Nest in zu pralle Sonne, so daß beide Tiere eingehen und dieser interessante Versuch vorzeitig ein Ende findet.

Dieser merkwürdige Versuch zeigt, daß eine Koloniengründung mit Hilfsameisen möglich ist. Es zeigte mir erstmalig ein aktives Vorgehen eines jungen major-♀ zur Gewinnung von Anhang. Nicht zu entscheiden ist die Frage, ob das ♀ später dann mit ihrem Anhang ins Nest eingedrungen wäre oder ob es anderweitig eine Kolonie mit den Hilfskräften gegründet hätte. Das Verhalten der *gagates*-♀♀ läßt vermuten, daß die Auseinandersetzung mit der Stammweisel, wenigstens manchmal, ausbleibt, da diese aus dem Nest flieht. Ich möchte aber aus dem einmal beobachteten Verhalten der *gagates*-♀♀ nicht auf eine Reaktionsnorm schließen [1]).

Eine Allianz zwischen einem *major*-♀ und einem *picea*-♀ gelang leicht. Das *major*-♀ ging aber Ende Juni ein. Auf meine Bedenken gegen die Möglichkeit einer Koloniegründung durch Allianz bei *rufa* habe ich schon hingewiesen.

Ob die Nestgründung auch mit Hilfe anderer *Formica*-Arten möglich ist, ist ungewiß. Nach meiner Ansicht käme nur *pratensis* in Frage. Ich habe einige *pratensis*-Haufen gefunden, die mir mit *rufo-pratensis major* gemischt zu sein schienen, konnte aber leider gerade diese Haufen nicht näher untersuchen. Im Formicar war es leicht, meine *rufo-pratensis*-Kolonie mit *pratensis* zu mischen. Ich gab der Kolonie Puppen von: *sanguinea, truncorum, picea, pratensis* und *rufo-prantensis major* vor.

[1]) Ich habe 1936 einen Adoptionsversuch eines *rufa*-♀ bei *gagates* beschrieben. Es handelte sich wohl sicher um ein junges ♀ der *Formica rufa rufo-pratensis major,* die im damaligen Beobachtungsgebiet häufig war. Das Verhalten dieses Tieres weicht sehr von dem Verhalten meiner karelischen Versuchstiere ab. Immerhin ist zu beachten, daß auch diese ♀ e i n e ☿ verschont hat und daß das junge ♀ im Versuch mit *rufibarbis* auch den Anschluß an e i n e ☿ gesucht und gefunden hat.

Alle Puppen wurden eifrig eingetragen. Aufgezogen und endgültig aufgenommen wurden aber nur die jungen ☿♀ der *major* und der *pratensis* (Biolog. Verwandtschaftsprobe). Es wäre denkbar, daß *pratensis*-Nester gelegentlich einmal ein *major*-♀ als „Beuteweisel" erhalten und so ein gemischter Staat entsteht. Große Bedeutung für die Ausbreitung der *major* dürfte diese Möglichkeit nicht haben.

Über die Ausbreitung der *Formica rufa rufo-pratensis major* durch Anlegen von Zweignestern habe ich in meiner Arbeit des Sommers 1942 schon einiges berichtet. Meine vorjährigen Beobachtungen betrafen aber zum großen Teil Ableger und Stockteilungen, die durch Störung des Stammnestes verursacht waren.

Die Nestteilung ist keine Erscheinung, die regelmäßig in einem einjährigen oder mehrjährigen Turnus vollzogen wird. Es müssen bestimmte Umstände gegeben sein. Voraussetzung ist für die organische Teilung:

1. Es müssen genügend ♀♀ vorhanden sein.
2. Es müssen günstige ökologische Verhältnisse zur Neusiedlung reizen.

Man findet im Urwald viele riesige, monodome Haufen, die sicher schon viele, viele Jahre kein Zweignest gegründet hatten. Alle Haufen der näheren Umgebung erscheinen ähnlich alt. Ein Windbruch nun kann eine günstige Siedlungsmöglichkeit schaffen und nun gründet der Haufen ein Zweignest entweder direkt im Windbruch oder an einer nun günstig besonnten Stelle.

Im Jahre 1943 sind viele neue Haufen im Beobachtungsgebiet entstanden. Die Durchforstungen brachten die nötigen ökologischen Bedingungen und die größere Anzahl der jungen ♀♀ wird einen biologischen Anreiz zur Zweignestbildung gegeben haben.

Die beiden beobachteten Zweignestgründungen zeigten folgendes:

Am 15. Juli 1943 fiel mir im Lager eine Ameisenstraße auf, die ich vorher noch nicht beobachtet hatte. Es wurden auch Kokons getragen, was mich veranlaßte, die Straße weiter zu verfolgen. Sie ging von einem mittleren zwischen zwei Kiefern gelegenen *major*-Nest aus und führte 26 Schritte weit in sanftem Bogen zu einer kleinen Ansammlung von vegetabilischem Nestmaterial an der Basis einer Fichte.

Auffällig war, daß wohl auf kurzen Straßen und aus der Nestumgebung des Zweignestes Nestmaterial zugeschafft wurde, nicht aber auf der Umzugsstraße. Am 17. Juli war besonders großer Umzugsbetrieb. Ich beobachtete wiederholt, wie ♀♀ von kräftigen ☿☿ zum neuen Nest getragen wurden. Während der Beobachtungszeit vom 17. Juli bis 5. August sah ich immer wieder gelegentlich den Transport von ♀♀. Ich schätzte, daß im gesamten etwa 20—30 Weiseln ins neue Nest übernommen wurden. Die ♀♀ waren beim Transport ventralwärts nach *Formica*-Art eingerollt. Kokons wurden viele getragen, auch viele ☿☿-Transporte sah ich, ebenso sah ich öfter Beutestücke tragen. Die Straße hatte das übliche Aussehen der *major*-Straße. Sie

war etwa 20 cm breit, an der kleinen Moorstelle schrumpfte sie auf eine Breite von 5 cm zusammen. Auch ein vielbegangener Fußweg wurde überquert. In ungestörten Stunden entsprach die Breite der Straße der Breite im anderen Waldgelände. In Stunden, in denen der Weg viel begangen war, verbreitete sich die von den Ameisen begangene Straße auf 50—60 cm.

Für die abgesteckte Strecke von 1 m ohne besondere Hindernisse benötigte eine nicht gestörte Weiselträgerin 60 Sekunden, eine Kokonträgerin 45 Sekunden. Ich konnte die Straße bis 18. August 1943 beobachten. In den ersten Beobachtungstagen war der Betrieb auch nachts feststellbar, allerdings war er recht spärlich, während am Neubau selbst in den ersten Tagen Tag und Nacht gearbeitet wurde. Hier war der Betrieb nur in den Hauptbesonnungszeiten ruhig.

Später wurden nur zu günstiger Zeit auf der Straße Umzugsbewegungen beobachtet. Als ich am 18. September die Straße wieder besuchen konnte, war keine Ameise mehr zu finden. In dieser Zeit sah man nur bei günstiger Besonnung wenige ☿☿ auf den Nestkuppen.

Das Gebiet, in dem ich die Nestteilung beobachtete, war noch bis zum September 1943 durchlichteter Urwald mit viel Moor und dichtem *Ledum*-Gestrüpp. Es war dann zum Lager geworden und die ökologischen Bedingungen waren zur Neusiedlung günstig. Zusammen mit dem guten Weiselflug des Sommers 1943 waren die Voraussetzungen zur Zweignestgründung gegeben.

Der zweite beobachtete Fall war auch sehr interessant. Das Stammnest — Abb. 2 — war ein typischer Urwaldbau der *major*. Es war ein 1,20 m hoher und 12 Schritte im Umfang messender Hügel mit dichtem Pflanzengürtel aus den gewöhnlichen erwähnten Epiphytenpflanzen. Anlehnung hatte der Haufen an einen Fichtenstamm. Das Nest lag 40 m im kaum berührten Wald vom Beginn des erwähnten,



Abb. 2. Altes Stammnest von *Formica rufa rufo-pratensis major*

1943 errichteten Lagers entfernt, das somit also noch ins Gebiet des Staates grenzte. In der Umgebung des Nestes war kein anderer Haufen, so daß sicher in den letzten Jahren kein Zweignest angelegt war.

Vom Stammnest aus fand ich am 19. Juli 1943 eine nach Nordosten ziehende Straße, die in kleinen Wellen sich durchs Gelände zog



Abb. 3. 1. Zweignest des Stammnestes von Abb. 2

und dann am Lagerrand noch 10 m über begangenem Waldboden zu einem Zweignest an einer Fichtenbasis führte (Abb. 3). Diese große Stammkolonie hatte aber noch ein weiteres Zweignest angelegt. Der Ansporn dazu war ebenfalls leicht zu finden. In entgegengesetzter Richtung des ersten Zweignestes war im Frühjahr eine Telephonschneise geschlagen worden, die eine Windbruchkiefer in günstige Besonnung brachte. Ihr aufragendes morsches pflanzendurchwuchertes Gewurzel gab die Nestgrundlage — Abb. 4 —. Die Straße führte vom Stammnest 60 m nach Südwesten, zum Teil durch sehr schwieriges Gelände. Auf längere Strecken war es eine „Hochstraße" über liegende Stämme und Äste.

Zum Schluß der Arbeit möchte ich noch kurz die Feinde der Waldameise erwähnen. EIDMANN zeigt 1942 sehr eindrucksvolle Bilder von Spechteinschlägen in *rufo-pratensis*-Haufen. Ich habe hier sehr darauf geachtet, aber nie Spechteinschläge an Ameisenhaufen gefunden, weder im Sommer noch im Winter. Die hier beobachteten Spechte (Schwarzspecht, rotsteißiger Buntspecht, Dreizehenspecht) scheinen die Haufen völlig unberührt zu lassen. Der Schwarzspecht ist lediglich ein Feind der *Camponotus*-Nester (siehe HÖLLDOBLER, 1942), nicht aber der Ameisenhaufen. Sehr oft findet man auf den Haufen Losung des Auerwildes und ich hörte von manchem Jäger die Ansicht, daß das Auerwild den Ameisen nachstellte. Selbst beobachtet

habe ich das nicht. Die untersuchte Losung enthält nie Ameisenreste, sondern nur pflanzliche Bestandteile. Das Auerwild stellt sich nur gerne auf erhöhten Punkten, wie Ameisenhaufen, ein und hinterläßt

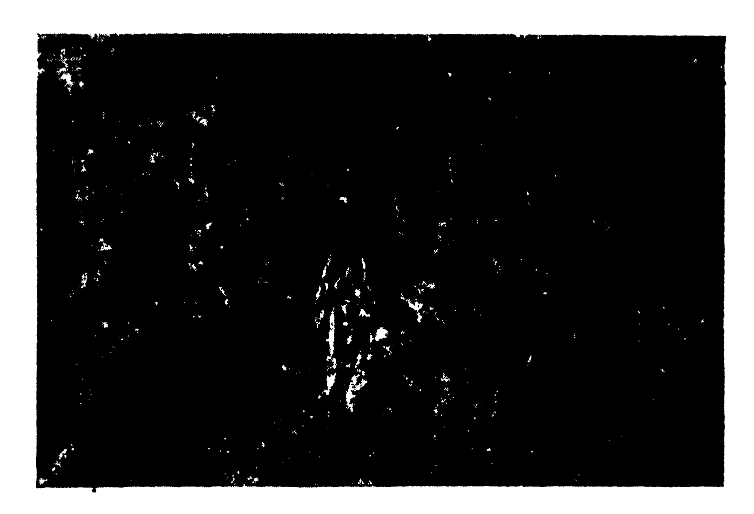


Abb. 4, 2. Zweignest des Stammnestes von Abb. 2

dort dann auch seine Losung. Da das Auerwild aber gerne Insektennahrung aufnimmt, namentlich in der Jugend, könnte es schon als Feind der Ameisen in Frage kommen.

Schrifttumverzeichnis

Ich verweise auf das Verzeichnis in meiner Arbeit:
Über den Nutzen der roten Waldameise. Z. f. ang. Entomol. Bd. 29, H. 3, 1942.
Außerdem:

1943. EIDMANN, H., Die Überwinterung der Ameisen. Z. f. Morph. u. Ökol. der Tiere 39, 217—275.
1942. GÖSSWALD, K., Massenzucht von Königinnen der kleinen roten Waldameise im Wald. Z. f. ang. Entomol. 29, 559—685.
1943. — — Ameisenhorste im Massenvermehrungsgebiet von *Diprion pini* (Kiefernbuschhornblättwespe). Zentralbl. f. d. ges. Forstwesen 69, 4—18.
1943. — — Zur Beilegung von Meinungsverschiedenheiten über den Nutzen der roten Waldameise. Der Biologe 12. Jg., H. 8/9.
1936. HÖLLDOBLER, K., Beiträge zur Koloniengründung der Ameisen. Biol. Zentralbl. 56, H. 5/6.
1942. — — Über die forstlich wichtigen Ameisen des nordostkarelischen Urwaldes. Teil I u. II. Z. f. ang. Entomol. Im Druck.